9e Année. — No 4. *(Trimestriel).* Octobre-Novembre-Décembre 1958

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

22 MAY 1959

AVIS AUX LECTEURS

Des modifications importantes sont apportées pour l'année 1959 aux Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique, en vue de mieux adapter l'ensemble de ces publications aux besoins des lecteurs. D'une part, une série nouvelle vient d'être créée : la série A *bis*, consacrée à la Physiologie Végétale qui paraîtra 4 fois par an. D'autre part, dans les autres séries, le nombre moyen de pages a été augmenté. Désormais, les Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique comprendront les séries suivantes :

Série A — **ANNALES AGRONOMIQUES.** — Agronomie générale et science du sol — couverture crème — 6 fascicules par an d'environ 120 pages.

Série A bis — **ANNALES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.** — Couverture bleue — 4 fascicules par an d'environ 50 pages.

Série B — **ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES.** — Couverture verte — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

Série C — **ANNALES DES ÉPIPHYTIES.** — Couverture rouge — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

Série C bis — **ANNALES DE L'ABEILLE.** — Couverture ocre — 4 fascicules par an d'environ 80 pages.

Série D — **ANNALES DE ZOOTECHNIE.** — Couverture jaune — 4 fascicules par an d'environ 80 pages.

Série E — **ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE.** — Couverture grise — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

(Voir en page 3 de la couverture les conditions nouvelles d'abonnement).

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 149, rue de Grenelle, Paris-VII^e.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U. N. E. S. C. O.

Gabriel ARNAUD
(1882-1957)

Gabriel ARNAUD, Directeur honoraire de la Station Centrale de Pathologie Végétale vient de disparaître. Il a été inhumé le 6 septembre 1957 à Cavillargues (Gard) dans ce même village où il était né le 24 février 1882.

Après avoir obtenu le diplôme d'Ingénieur Agricole en 1902, G. ARNAUD était resté à l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier jusqu'en 1913, pour y occuper les fonctions de préparateur au laboratoire de Botanique. Il devait rapidement s'y faire remarquer par ses travaux sur les champignons parasites, en particulier par l'étude des Fumagines, organismes mal connus, dont il allait faire une remarquable analyse.

En 1913, G. ARNAUD entrait comme chef de travaux à la Station de Pathologie Végétale de Paris, créée par le Pr PRILLEUX et qui devait être transférée à Versailles en 1927. Il y demeura jusqu'à sa retraite, en 1947, après avoir occupé tous les grades successifs : Sous-Directeur en 1919, Directeur de laboratoire en 1923 ; il succéda en 1939 à E. FOEX, à la direction de cet établissement devenu Station Centrale.

Il occupa en même temps les fonctions de Pr de Pathologie Végétale à l'École Nationale d'Horticulture de Versailles, de 1934 à 1947.

Sa carrière, toute de travail et de modestie, a été honorée par l'Académie des Sciences : Prix Montagne 1919, Prix Bordin 1932. Il était membre correspondant de l'Académie d'Agriculture, Officier de la Légion d'Honneur, et Officier du Mérite Agricole.

G. ARNAUD appartenait à cette phalange de biologistes, formés dans le cadre de la Viticulture et qui s'honore des noms de : G. FOEX, VIALA, RAVAZ, DUCOMET, E. FOEX, pour ne parler que des botanistes.

Par ses travaux, il avait pris rang parmi les naturalistes les plus connus dans le monde entier et était considéré comme un des meilleurs mycologues contemporains.

En mycologie systématique, ses études commencées sur un groupe mal connu d'Ascomycètes, les Astérinées, avait fait l'objet de sa thèse de Doctorat ès-sciences, Paris 1918.

Observateur méticuleux et dessinateur remarquable, il a publié toute une série de travaux admirablement illustrés sur les Ascomycètes. Son immense érudition lui a permis d'émettre des hypothèses claires, d'abord sur ce groupe et sur l'ensemble de la Mycologie, parfois en divergence avec de nombreux savants auxquels il reprochait des vues trop théoriques conduisant à la confusion là où lui cherchait à apporter la simplicité et la lumière.

Il reste malheureusement une grande partie de son œuvre, notamment plusieurs centaines de planches de mycologie, non encore publiée.

En pathologie végétale, dans de très nombreuses publications, il a abordé l'étude des parasites de la plupart des plantes cultivées, apportant toujours son esprit de méthode, la clarté de ses descriptions, l'objectivité pratique dans l'étude des moyens de lutte.

Connaissant parfaitement en particulier, la vigne et ses maladies, il a été un des premiers à pressentir la cause du Court-Noué de la vigne, maladie à virus.

Il a concrétisé une grande partie de ses connaissances dans un ouvrage remarquable, un Traité de Pathologie, publié avec la collaboration de Mme ARNAUD qui fut autrefois, préparatrice à la Station Centrale de Pathologie Végérale. De cet ouvrage n'ont paru que les deux premiers volumes traitant des arbres fruitiers et de la vigne, accompagnés d'un Atlas de 24 planches en couleur. Rédigé avec beaucoup de clarté et

magnifiquement illustré, cet ouvrage, à l'heure actuelle presque introuvable, résume la somme des connaissances modernes sur ces questions, et honore la science française.

Il a été de plus un excellent maître et ceux qui furent ses collaborateurs ont toujours trouvé chez lui une inépuisable érudition et une constante bienveillance.

J. BARTHELET.
Directeur de la Station de Botanique et de Pathologie Végétale d'Antibes.

H. DARPOUX.
Directeur de la Station Centrale de Pathologie Végétale à Versailles.

LISTE CHRONOLOGIQUE DES PUBLICATIONS DE G. ARNAUD

1910. — Une nouvelle maladie de la Luzerne (*Le Progrès agr. et vit.*, 54, 1 fig.).
1910. — Contribution à l'étude des Fumagines. 1re partie (*Annales Ecole nat. Agr.*, Montpellier, IX, 1910, p. 239 à 277, pl. 1 à III).
1910. — Contribution à l'étude des Fumagines. — Résumé (*Annales mycologici*, VIII, 1910, p. 470-476.)
1910. — Sur un champignon parasite des Chênes : *Trabutia quercina* (*Annales Ecole nat. Agr.*, Montpellier, IX, 1910, p. 278-288, pl. IV).
1911. — Contribution à l'étude des Fumagines. 2e partie (*Annales Ecole nat. Agr.*, Montpellier, X, 1911, p. 209-330, 29 fig.).
1912. — Contribution à l'étude des Fumagines. 3e partie (*loc. cit.*, XII, 1912, p. 1 à 34, 13 fig.).
1912. — Le soleil et les maladies physiologiques des végétaux (*Le Progrès agr. et vit.*, 57, 28 janvier 1912, 7 fig.).
1912. — Accidents météorologiques et maladies du Mûrier. En collaboration avec F. Lafont (*Annales Ecole nat. Agri.*, Montpellier, XI, 1912, p. 169-215, 25 fig.).
1912. — Notes phytopathologiques (*Annales Ecole nat. Agr.*, Montpellier, XII, 1912, p. 1 à 20, 9 fig.).
1912. — Sur la forme parfaite de l'Oïdium du Chêne en France (*C. R. Académie des Sciences*, t. 154, p. 124, séance du 15 janvier 1912).
1912. — Sur la cytologie du Capnodium meridionale et du mycélium des Fumagines (*C. R. Académie des Sciences*, t. 155, p. 726).
1913. — La mitose chez *Capnodium meridionale* et chez *Coleosporium senecionis* (*Bull. Soc. Myc. de France*, XXIX, 1913, 3e fascicule, pl. XXII et XXIII).
1913. — Sur le genre *Eremothecium* Borzi (*Bull. Soc. Myc. de France*, XXIX, 1913, 4e fascicule, 1 fig., pl. XXXIII).
1913. — Études sur les maladies du Mûrier (*Annales des Epiphyties*, 1913, p. 220-227, fig. 53 à 55).
1913. — Anthracnose des pois, melons et tomates (*Revue de Phytopathologie appliquée*, 1, 1913, p. 65-67, 89-92, 11 fig.).
1913. — L'érinose de la grappe (*Revue de Phytopatologie appliquée*, 1, 1913, p. 117-119, 1 fig.).
1913. — Maladies du Pêcher et de l'Amandier (*loc. cit.*, p. 24, 2 fig.).
1913. — Sur les genres *Zopfia* , *Rhiconia* et *Caryospora* (*Bull. Soc. Myc. de France*, XXIX, 1913).
1914. — Sur le genre *Henriquesia* (*Bull. Soc. Myc. de France*, XXX, 1914. pl. XVII à XIX).
1914. — La brûlure du Lin (*Bull. Soc. de Pathologie Végétale*, 1, 1914, 1 fig.).
1914. — Les gelées et les altérations des feuilles d'arbres (*Bull. Soc. Path. Vég.* 1, 1914, p. 21, 2 fig.).
1914. — Une maladie des Clivia en serre (*Bull. Soc. Path. Vég.*, 1, 1914, 1 fig.).

1914. — Sur les suçoirs de *Meliola* et des *Asterina* (*C. R. Académie des Sciences*, t. 159, p. 807, : séance du 14 décembre 1914).
1915. — Sur le paratitisme des *Coryneum* sur les arbres et les arbustes (*Bull. Soc. Path. vég.*, II, 1915, p. 64, 3 fig.).
1915. — Notes mycologiques : g. *Isaria* et *Parodiopsis* (*Bull. Soc. Mycol.*, XXXI, 1915, pl. II et III).
1915. — Sur les suçoirs des *Balladyna*, *Lembosia* et *Parodiopsis* : *Parodiella* pr. p. (*C. R. Académie des Sciences* t. 160, p.180 ; séance du 1er février 1915.
1915. — Le Mildiou des Céréales (*C. R. Académie d'Agriculture*, 7 juillet 1915, 2 fig., et *Bull. Soc. Path. Vég.* II, 1915, p. 105, pl. V).
1916. — Effets de la grêle sur les arbres (*Bull. Soc. Path. Vég.* II, p. 121, pl. VI).
1916. — La jaunisse des betteraves en 1915 (*Bull. Soc. Path. Vég.* II, 1916, p. 125).
1916. — La maladie des tumeurs marbrées de la Luzerne en France(*Bull. Soc. Path. Vég.*, III, 1916, p. 66).
1916. — Etudes sur les maladies du Mûrier en 1913 (*Annales des Epiphyties* II, 1916, p. 233-265, 19 fig.)en collaboration avec M. SECRETAIN.
1916. — Maladies de l'Asperge et du Melon (*Annales des Epiphyties*, II, 1916, p. 273-284, 9 fig.).
1917. — Fumagines du Midi de la France (*Bull. Soc. Path. Vég.* IV, 1917, p. 95).
1917. — Sur la famille des Microthyriacées (*C. R. Académies des Sciences* séance du 10 avril 1917).
1917. — Maladies nouvelles ou peu connues en France I. (*Annales des Epiphyties*, IV, 1917, p. 49-70, 12 fig.).
1917. — Sur quelques Microthyriacées (*C. R. Académie des Sciences*, t. 164, p. 888 ; séance du 4 juin 1917).
1918. — Les Astérinées. I (Thèse) (*Annales Ecole Nat. Agr.* Montpellier, nlle série, t. XVI, 1917-1918, p. 1 à 288, pl. 1 à 53, paru en 1918).
1918. — La sécheresse et les maladies de la Pomme de terre (*Soc. Path. Vég.*, V, 1918).
1919. — Sur un mode de traitement de la chlorose)*Bull. Soc. Path. Vég.*, VI. 1919, p. 137, 2 fig).
1919. — Maladies nouvelles ou peu connues en France — Série II (*Annales des Epiphyties*, p. 1 à 14, 11 fig.).
1919. — Le Mildiou des Lilas et la maladie des cotylédons d'Erable (*Bull. Soc. Path. Vég.*, VI 1919).
1919. — Une maladie de la rose de Noël (*Bull. Soc. Path. Vég.*, VI, 1919, p. 10).
1920. — Notes de Pathologie Végètale (Id., VII, 1920, p. 54).
1920. — La famille des Parodiellinacées : Pyrénomycètes (*C. R. Académie des Sciences*, t. 170, p. 202 ; séance du 19 janvier 1920).
1920. — Une maladie bactérienne du lierre : *Hedera Helix* (*C. R. Académie des Sciences*, t. 191, p. 121-122 ; séance du 12 juillet 1920).
1921. — Sur les affinités des Erysiphées et des Parodiopsidées (*C. R. Académie des Sciences*, t. 173 ; séance du 19 décembre 1921).
1921. — Les Astérinées, II (*Annales des Epiphyties*, VII, 1921, p. 1 à 115, 25 fig., pl. à I à X).
1923. — La lutte contre les insectes par les champignons parasites (*C. R. Académie d'Agriculture*, IX, 1923, p. 863-867) ; en coll. avec Mme G. ARNAUD.
1923. — Les Astérinées, III (*Annales des Epiphyties*, IX, 1923, p. 1 à 40, pl. I à X).
1923. — Notes de Pathologie Végétale, II (*Revue Path. Vég. Ent. Agr.*, X, 1923, p. 154-161 — III (loc. cit., p. 178-182) : en coll, avec Mme G. ARNAUD.

1924. — La distribution géographique des champignons astérinoides (*Asterina, Meliola,* Erysiphées, etc) et le climat (*Congrès A. F. A. S.*, 48e session, Liège, 1924, p. 440-443, 1 fig.).
1924. — Trois *Ascochyta* nouveaux ou peu connus. (*Rev. Path. Vég. et Entom. agric. de Fr.*, XI, 1924, p. 56 ; en coll avec Mme G. ARNAUD.
1925. — Les Astérinées, IV (*Annales des Sciences naturelles Bot.*, 10e série, t. VII, p. 643-723, 25 fig., pl. I à XVI).
1925. — Un *Entyloma* parasite des Dahlias (*Rev. Path. Vég. Entom. Agr.*, XII, p. 263, 3 fig.).
1926. — Essais d'anticryptogamiques sur les arbres fruitiers et la vigne en 1925 (*C. R. Académie d'Agriculture*, XII, 1926, p. 92).
1929. — Le mildiou des poires en France : *Phytophthora* sp. (*Rev. de. Path Vég. et Ent. Agr.*, XVI, 1929, p. 303, fig. 1, pl. I) en coll, avec M. BARTHELET.
1929. — Essais de traitement de la Carie du Blé (*C. R. Académie d'Agriculture* XV, p. 844-852, 1929).
1929-1930. — Le traitement de la Carie du Blé (*Ann. Sc. agronomiques*, 1929-1930, 75 p.) ; en coll, avec Mlle GAUDINEAU.
1930. — Le dépérissement des Ailantes et le *Verticillium Dahliae* Klebahn (*Rev. de Path. vég. et Entom. agri.*, XVII, 1930, p. 227-230) ; en coll, avec M. BARTHELET.
1930. — Le Mildiou du Rosier dans la région de Paris(Rev. *Path. Vég. et Entom. agri.*, XVII, 1930, p. 230-231) ; en coll, avec Mlle GAUDINEAU.
1930. — La pourriture des fraises et les Phytophthorées (*Rev. de Path. vég. et Entom.* agr., XVII, 1930, p. 349-551, pl IX) ; en coll, avec Mme G. ARNAUD.
1930. — Les Astérinées, V. — Étude des champignons parasites : Galiliacées, Hémisphériales, etc. (*Annales des Epiphyties*, vol. XVI, 1930, fasc., 5, p. 235-302, 14 pl.), paru en 1931.
1931. — Essais de traitement de la Carie du Blé, II (*Annales agronomiques.* 1931, 1er fasc.) ; en coll, avec Mlle GAUDINEAU.
1931. — La maladie de l'Orme (*Rev de Path. Vég. et Ent. agr.*, XVIII, 1931, p. 28, pl. II) en collaboration avec M. BARTHELET.
1931. — Une maladie nouvelle des pommes ; le Blotch fumeux (*loc. cit.*, 1931, pl. IV) en collaboration avec M. BARTHELET.
1931. — Recherches sur les dépérissements des arbres d'alignement (*Annales des Epiphyties*, XVII, 1931, p. 249-323, 43 fig., 7 planches) en collaboration avec M. BARTHELET.
1931. — Les Astérinées, VI. — Champignons astérinoïdes de l'Herbier du Muséum (*Recueil de travaux cryptogamiques* dédiés à Louis MANGIN, 1931, p. 41, pl. IV et V).
1931. — Les Astérinées, VII. — Généralités, Microthyriacées des Iles Hawaï (*Annales de Cryptogamie exotique*, IV, 1931, p. 74 à 97, pl. II à VII).
1932. — Essais de traitement de la Carie du Blé (*C. R. Académie d'Agriculture*, 1932) ; en collaboration avec Mlle GAUDINEAU.
1932. — Essais de traitement de la Carie du Blé (*Annales Agronomiques*, 1932, p. 229), en collaboration avec Mlle GAUDINEAU.
1932. — Traité de Pathologie Végétale, tome I. — Introduction, Maladies de la Vigne, mal. des arbres fruitiers, mal. des arbustes fruitiers et du fraisier, mal. des cultures méditérranéennes, 1900 pages, 702 fig., avec atlas de 34 planches en couleurs (en collaboration avec Mme G. ARNAUD), Lechevalier et Fils, éditeurs, Paris.
1932. — Essais de traitements des arbres fruitiers et de la Vigne (*Annales des Epiphyties* 1932, p. 357-367).
1933. — Le traitement de la carie du blé (1930-31 et 1931-32) (*Revue de Path. Vég. et Entom. Agr.*, XX, 1933, p. 188-196), en coll. avec Mlle GAUDINEAU.

1933. — Les chancres du Cedrela et du Robinier — (*Rev. de Path. Vég. et Entom. agr.*, XX 1933, p. 323-332, pl. XII-XIII), en coll. avec J. BARTHELET.

1934-35. — Le Nérume ou pourriture noire des châtaignes — (*Sclerotinia pseudotuberosa et Rhacodiella castaneae*) — (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique* I., nouvelle série 1934-35, p. 121-144) en coll. avec J. BARTHELET.

1935. — Essais de traitement des arbres fruitiers et de la Vigne en 1934 — (*C. R. Académie d'Agriculture* XXI, 1935, p. 186-189) en collaboration avec J. BARTHELET.

1935. — Le Burr Knot ou chancre papilleux du Pommier. — (*Revue de Path. Vég. et Entom. Agr.*, XXII, 1935, p. 63-66).

1935. — Maladies des arbres d'ornement — (*Revue Path. Vég. et Ent. Agr.*, XXII, 1935 p. 245-250 pl. I et II) en coll. avec J. BARTHELET.

1936. — Essais de traitements des arbres fruitiers et de la Vigne en 1935 — (*C. R. Académie d'Agriculture* XXI, 1935, p. 1094-1100), en collaboration avec J. BARTHELET.

1936. — Les microconidies dans le genre *Sclerotinia* — (*Bull. Soc. Myc. de France* LII, 1936, p. 63-76), en coll. avec J. BARTHELET.

1936. — La pourriture noire des châtaignes ou Nérume (*Sclerotinia pseudotuberosa*) (*C. R. Académie d'Agriculture* XXII, 1936, p. 48-51) ; en collaboration avec J. BARTHELET.

1937. — Les maladies à virus des plantes — (*Le progrès agr. et vit.*, 1937, 107, II fig.).

1937. — Action de divers métaux sur le Mildiou de la Vigne (*C. R. Académie d'Agriculture*, XXIII, 1937, p. 64-67).

1939. — La résistance des ormes à la maladie — (*Graphium Ulmi*) — (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, V, 1939, p. 41-48, 3 fig.).

1940. — Traitement du Mildiou de la Vigne (*C. R. Académie d'Agriculture* XXVI, 1940, p. 716-720).

1940. — Le traitement des arbres fruitiers et la situation actuelle — (*C. R. Académie d'Agriculture*, XXVI, 1940, p. 778-783).

1940. — Développement des maladies de la Vigne dans la région Parisienne — (*Mildiou, Oïdium, Anthracnose*) — (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique* VI, 1940, p. 37-66 7 fig. 8 tableaux.

1941. — La Vigne et l'électricité atmosphérique — (*Annales des Epiphyties* VII, 1941, p. 55-62. 3 fig. 2 pl).

1942. — La Galle noire ou Galle verruqueuse de la Pomme de terre — (*Annales des Epiphyties* VIII, 1942, p. 89-98).

1942. — Essais de traitement des maladies des plantes en 1941 — (*Annales des Epiphyties* VIII, 1942, p. 99-109).

1945. — L'approvisionnement en produits anticryptogamiques (sulfate de cuivre, soufre) de la viticulture française pour 1945 (C. *R. Académie Agriculture* XXXI, 1945, p. 55-56).

1945. — Les maladies des plantes oléagineuses — (*C. R. Académie Agriculture* XXXI, 1945, p. 64-65) ; en coll. avec H. DARPOUX.

1945. — Notice sur E. FOEX — 18 juin 1876, 29 octobre 1944 — (*Annales des Epiphyties* XI, 1945, p. 3-4).

1946. — La valeur pratique des essais d'anticryptogamiques viticoles — (*C. R. Académie Agriculture*, XXXII, 1946, p. 420-422).

1946. — La valeur pratique des essais d'anticryptogamiques viticoles — (*Annales des Epiphyties* XII, 1946, p. 203-208).

1946. — Distribution géographique des champignons du genre *Meliola* — (*C. R. Académie des Sciences* t. 223, p. 1019).

1948. — Les Heimerliacées subdivision des Acrasiales — (*C. R. Académie Sciences* t. 226, p. 1744-1746).

1949. — Quand l'Orme dépérit —(*Cahiers français d'information* nº 124).
1949. — The perfect stage of the fungus causing spot anthracnose of arbutus unedo L -)*Mycologia* XLI, 3, 1949, p. 303-310) ; en coll avec A BITANCOURT.
1950. — Les boucles mycéliennes des Eumycètes (*C. R. Académie Sciences* t. 231, p. 549-550).
1951. — Les boucles mycéliennes des Eumycètes et la philogénie des Urédinées (*Bull. Soc. Myc. de France* LXVII, 1951, p. 173-198).
1952. — Mycologie concrète : Genera (*Bull. Soc. Myc. France* LXVIII, 2, 1952, p. 181-223, 8 fig).
1953. — Mycologie concrète : Genera II (*Bill. Soc. Myc. France,* LXIX, 3 p. 265-306, 16 fig.).
1954. — Technique microscopique élémentaire (*Bull. Soc. Myc. Franche,* LXX, 1 p. 93-98).
1954. — La flore mycologique des marécages — (*Annales Ecole Agriculture,* Montpellier, XXIX, fasc. III et IV).
1956. — Mycologie concrète III — La Structure des *Pyrémonycètes* (*Bull. Soc. Myc. France* LXXII, nº2 1956, p. 97-120, 9 fig.).

ÉTUDE BIO-ÉCOLOGIQUE DE *PSEUDAULACASPIS PENTAGONA TARG.* ET DE SON PARASITE SPÉCIFIQUE *PROSPALTELLA BERLESEI HOWARD.* EN FRANCE

PAR

C. BÉNASSY

Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique,
C. R. A. de Provence, Antibes.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Étude de P. pentagona et de sa nuisibilité.

1. — Introduction.
2. — Rôle des facteurs climatiques sur les pullulations.
   - A. — Méthode d'étude utilisée.
   - B. — Cycle évolutif de *P. pentagona.*
     - *a*) Bibliographie.
     - *b*) Dans le Lyonnais.
     - *c*) A Antibes.
     - *d*) Conclusion.
   - C. — Etude de la mortalité naturelle.
3. — Rôle des facteurs biologiques propres à la Cochenille.
   - A. — La ponte chez *P. pentagona.*
     - *a*) Méthode d'élevage employée.
     - *b*) Modalités de la ponte.
     - *c*) Conditions indispensables à la ponte.
   - B. — Remarques sur le bouclier femelle et sa formation.

III. — Etude de l'association : Pseudaulacaspis pentagona Targ., Prospaltella berlesei How.

1. — Relevés écologiques sur *P. berlesei.*
   - A. — Méthode retenue pour les relevés.
   - B. — Etude écologique de *P. berlesei* dans le Lyonnais.
     - *a*) les points d'observations :
       - *a*1) Leurs caractéristiques.
       - *a*2) Etude directe de l'efficacité du parasitisme.
     - *b*) Variations du cycle évolutif de *P. berlesei.*

C. — Etude écologique de *P. berlesei* et du coparasite *A. proclia* à Antibes.
- *a*) Position du problème.
- *b*) Etude de l'activité de *P. berlesei* :
  - *b*1) Sous cage en 1955.
  - *b*2) A l'extérieur en 1956.
- *c*) Etude de l'activité d'*A. proclia*.
  - *c*1) Sous cage en 1955.
  - *c*2) A l'extérieur en 1956.
- *d*) Conclusion.

2. — Essai d'interprétation : données nouvelles sur la biologie de *P. berlesei*.

A. — Méthode adoptée pour les élevages expérimentaux.

B. — Etude de la ponte et de la descendance :
- *a*) Particularités de l'anatomie des organes génitaux.
- *b*) Descendance « possible » et descendance réelle.
  - *b*1) En plein air : répartition dans le temps et dans l'espace.
  - *b*2) Etude expérimentale au laboratoire. — Capacité théorique et nombre de descendants.
- *c*) Facteurs naturels externes conditionnant la ponte :
  - — relatifs à l'hôte;
  - — relatifs aux conditions microclimatiques.
- *d*) Facteurs climatiques qui conditionnent la descendance.

IV. — Résumé et Conclusion.

INTRODUCTION

La Cochenille du mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona* Targ., *Homoptera-Diaspidinae*) espèce polyphage originaire d'Extrême-Orient, envahissait à la fin du siècle dernier la péninsule italienne (BERLESE, 1910). La multiplication à caractère catastrophique de l'insecte présentait pour la sériciculture du pays une sérieuse menace, les traitements insecticides préconisés demeurant le plus souvent sans effet.

Dès lors BERLESE envisageait, pour une lutte efficace, le recours aux procédés biologiques par l'utilisation pratique des ennemis naturels de la Cochenille. Parmi ces derniers, les prédateurs et parasites locaux présentant peu d'intérêt, il en rechercha dans le pays d'origine de la Cochenille et mit en évidence sur fragments de rameaux contaminés en provenance d'Extrême-Orient l'existence d'un microhyménoptère spécifique décrit par HOWARD, comme *Prospaltella berlesei* HOW, (BERLESE, 1914).

Ce parasite disséminé dès 1906 dans la région milanaise et sur une vaste échelle à partir de 1908, s'acclimata facilement (BERLESE, 1915). Depuis un certain nombre de points de lâchers primitifs, il se répandit dans la plus grande partie de l'aire de répartition de la Cochenille, assurant une limitation satisfaisante des pullulations, si rapidement que BERLESE dès

1911 concluait à l'acclimatation définitive du parasite sur son hôte sous tous les climats.

Pourtant, quatre ans plus tard, en 1915, SILVESTRI nota que la Cochenille, grâce à de bonnes conditions, avait de nouveau augmenté, malgré la présence de son parasite. Aussi, estimait-il dix années d'observations suivies nécessaires pour pouvoir obtenir une connaissance sérieuse de l'action présente et future de *P. berlesei*. Par la suite de nouvelles pullulations de cochenilles furent signalées dans une aire limitée (MALENOTTI, 1931).

Le foyer italien déborda sur les pays limitrophes dont la France, où la Cochenille fut observée en 1918 aux environs de Menton (VAYSSIÈRE, 1918) et dans différentes localités des Alpes-Maritimes. Parallèlement à la présence de son hôte, POUTIERS, (1919), constata l'existence de *P. berlesei* dans le Midi méditerranéen où l'Hyménoptère apportait une limitation satisfaisante des pullulations de la Diaspine.

Depuis la région provençale, cette dernière augmenta son aire d'extension ; elle gagna le Lyonnais (POUTIERS, 1944) et s'étendit à la région toulousaine où NICOLAS (1939), la signalait sur diverses plantes dont le mûrier et le pêcher, espèces plus spécialement contaminées.

Néanmoins, depuis cette application, la mieux réussie de la lutte biologique en Europe, *P. berlesei* fut introduit dans tous les pays où se posa le problème de *P. pentagona*, avec, d'après SUIRE, (1948), un égal succès.

Aujourd'hui de nouvelles pullulations ont lieu dans des pays aux conditions climatiques très variées : aux Bermudes, par exemple (BENNET, 1956), comme en Italie où la recrudescence d'activité de la Cochenille notée à la fois sur mûriers et surtout sur pêchers en Romagne a justifié une nouvelle étude de l'insecte (MONTI, 1955). L'auteur attribue à la disparition des mûriers, comme à la destruction de l'équilibre biologique établi par l'emploi de plus en plus fréquent des insecticides organiques de synthèse, les pullulations de *P. pentagona*, constatées sur pêchers en vergers.

En France actuellement, les dégâts de *P. pentagona* sont limités à deux régions distinctes : Midi méditerranéen et région lyonnaise [1], quoique la Cochenille existe en de nombreuses localités du Sud de la Loire (BALACHOWSKY, 1954).

Dans le Midi méditerranéen, les pullulations de la Diaspine présentent un aspect différent suivant les espèces végétales particulièrement sensibles :

— Sur mûrier, elle est pratiquement inexistante, son parasite spécifique freinant efficacement d'une année à l'autre sa multiplication.

[1] Ces foyers ont été déterminés par une enquête auprès des Directions des Services Agricoles et de la Protection des Végétaux, complétée par la prospection directe dans le Midi méditerranéen et le Lyonnais. Dans cette dernière région, elle fut réalisée en collaboration avec MM. H. BIANCHI A.T.P. au laboratoire de St-Genis-Laval et M. H. MILAIRE, Contrôleur du Service de la protection des Végétaux chargé des problèmes « Cochenilles ».

— Sur pêcher, par contre, elle pullule abondamment malgré l'existence d'un parasitisme naturel dont l'importance est variable.

Dans le Lyonnais, il existe un foyer assez bien délimité s'étendant le long de la vallée de la Saône et du Rhône sur cinq départements : Ain, Isère, Drôme, Ardèche, Rhône. La limite supérieure se situe aux environs de Thoissey et la limite inférieure est à rechercher à quelques kilomètres au Sud de Valence. Dans ce foyer, la Cochenille attaque indistinctement avec la même intensité, les mûriers, les pêchers, les cassissiers, malgré la présence dispersée de *P. berlesei*, constatée en particulier de Lyon à Valence sur les deux rives du Rhône (fig. 1).

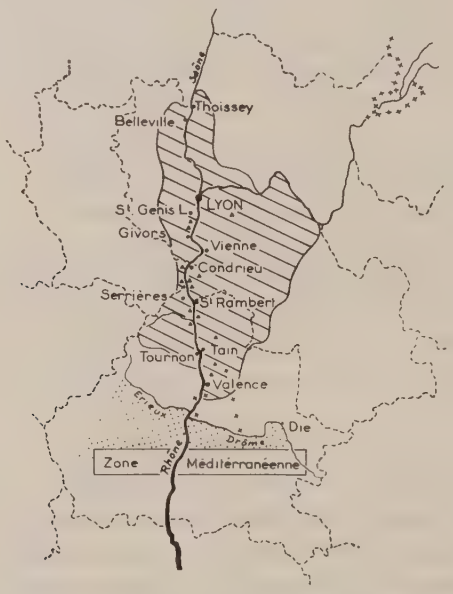


FIG. 1. — Limite du foyer de *P. Pentagona Targ.* dans le Lyonnais. Partie hachurée : zone contaminée. ▲ : points où l'on a constaté la présence de *P. pentagona* et de *P. berlesei* sur mûriers. × : points où les mûriers sont indemmes de toute attaque de la part de la Cochenille.

Si *P. berlesei* existe donc dans toute l'aire actuelle de répartition de la Cochenille, deux types d'hypothèses peuvent être invoqués pour expliquer sa non-efficacité.

La première basée sur le fait que dans les vergers de pêchers des deux régions envisagées, la Cochenille se multiplie activement, suggère que les traitements insecticides généralisés aux composés organiques de synthèse sont responsables pour une très large part des pullulations observées (BÉNASSY et BIANCHI, 1957).

A ce déséquilibre dû aux traitements chimiques s'ajouterait dans le Lyonnais, l'action possible du climat. FRANÇOIS (1931) donne comme limite septentrionale des régions méridionales françaises, la coupure Eyrieux-Drôme (fig. 2), jalonnée par les villes de la Voûlte, Livron, Crest.

Or, cette zone coïncide sensiblement avec le seuil inférieur de nuisibilité, pour la Cochenille, placé, d'après les observations faites, au Sud de Valence (fig. 1).

Si dans la zone méridionale *P. berlesei* lutte efficacement contre son hôte, au-delà de la limite précédemment définie il deviendrait inefficace,

FIG. 2. — Limite de la zone méridionale française pour la vallée du Rhône, par rapport à celle du maïs. (Emprunté à L. FRANÇOIS).

le climat agissant soit directement sur le parasite, soit indirectement en favorisant son hôte.

Cette hypothèse conduisit à l'étude bio-écologique de l'association *Pseudaulacaspis pentagona, Prospaltella berlesei*, d'abord à St-Genis-Laval (1952-1954), puis comparativement à Antibes depuis 1955, pour mettre en évidence les facteurs conditionnant la multiplication de l'hôte et de son parasite dans ces deux régions. (BÉNASSY, 1958 *c*).

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DE PSEUDAULACASPIS PENTAGONA TARG. ET DE SA NUISIBILITÉ

I. — INTRODUCTION

a) L'insecte, description sommaire.

Comme chez toutes les Cochenilles Diaspines, la femelle évolue sous un bouclier. Ce dernier est généralement circulaire convexe, blanc avec l'exuvie larvaire centrale ou légèrement excentrée, de couleur rougeâtre.

Le puparium du mâle est linéaire, caréné, de couleur blanc pur.

Extérieurement la femelle présente un aspect pyriforme. Elle est de teinte le plus généralement jaune vif.

Mais la détermination exacte de l'insecte repose essentiellement sur l'observation microscopique du pygidium de la femelle adulte : structure caractéristique de la première paire de palettes à base fusionnée, forme bifurquée des épines glandulaires latérales (BALACHOWSKY, 1954).

La femelle est ovipare et les œufs donnent naissance à des larves néonates appelées fréquemment « larves mobiles ». En effet, si l'on excepte les mâles adultes qui sont ailés, elles constituent le seul stade mobile de l'espèce. Ce dernier reste d'ailleurs limité, car les jeunes larves se fixent dans les quelques heures qui suivent leur naissance et commencent la sécrétion de leur bouclier.

Le deuxième stade larvaire se reconnaît aisément par la présence à l'intérieur du bouclier nouvellement formé, de l'exuvie du stade précédent. La différenciation morphologique des sexes déjà visibles sur les jeunes larves à l'éclosion (cf. paragraphe 3) se renforce à ce stade. Si les femelles poursuivent leur développement normalement, la croissance du bouclier étant parallèle à celle de l'insecte, les mâles secrètent un follicule blanc allongé, à l'intérieur duquel ils se transforment au cours d'une première mue en pronymphe, puis en nymphe ; la dernière mue laisse échapper un imago ailé. Son éclosion à l'extérieur coïncide avec la mue des deuxièmes stades larvaires en femelles adultes. Dès cette mue achevée, l'accouplement a lieu et celui-ci joue un grand rôle dans la physiologie ultérieure de l'insecte (cf. biologie). Entre cet accouplement et la ponte s'écoule un certain temps nécessaire à la maturation des œufs. La ponte, puis l'éclosion des jeunes larves peuvent s'étendre sur une durée de plusieurs semaines pour un même individu.

b) **Mise en évidence de l'action du climat sur la multiplication effective de l'insecte.**

Dans le foyer lyonnais, s'il ne semble pas y avoir augmentation notable de l'aire occupée par la Cochenille, la pullulation de *P. pentagona* se caractérise par une multiplication active d'une année à l'autre de l'insecte dans tous les points de contamination.

Aussi, pour obtenir une idée aussi exacte que possible de la nuisibilité de l'insecte, avons-nous recherché à mettre en évidence sa multiplication effective, sur les deux espèces végétales particulièrement attaquées : mûrier et pêcher.

Nous avons isolé des femelles mûres au moyen d'un manchon de mousseline fine en avril 1955. L'année suivante, à la même date, nous

Fig. 3. — Descendance obtenue au printemps 1956 à partir d'une femelle de *P. pentagona* isolée sou. manchon de mousseline l'année précédente, à la même période. Pêcher, Saint-Genis-Laval (Cliché, Station de Zoologie d'Antibes).

avons dénombré l'ensemble des insectes retrouvés sous le manchon (fig. 3). Mais les résultats ont été complètement faussés du fait que les conditions climatiques du mois de février 1956 ont entraîné la mortalité totale des cochenilles hivernantes (cf. paragraphe 2).

Nos essais nous donnent cependant une idée du nombre de femelles issues d'une Cochenille isolée pendant la période de multiplication (tableau I).

Sur pêcher ce nombre atteint 1549 avec un minimum de 18 ; sur mûrier, il oscille entre 43 et 983. Si l'on considère la moyenne de la descendance femelle de *P. pentagona*, elle s'établit à 531,3 sur pêcher, à 363,5 sur mûrier pour l'ensemble de nos essais.

Les Cochenilles étant isolées dès le début sous manchon, la multiplication de *P. pentagona* s'est déroulée en l'absence de toute action des

ennemis naturels et, a été conditionnée par le potentiel de ponte de la Cochenille et par les facteurs climatiques responsables de la mortalité naturelle frappant surtout les néonates à l'éclosion et les jeunes stades fixés.

TABLEAU I

Multiplication effective d'une année à l'autre sous l'influence des seuls facteurs climatiques d'une femelle de Pseudaulacaspis pentagona Targ. isolée. (*Saint-Genis-Laval* 1955-56).

Cochenilles N°	Nombre de descendants					
	Pêcher			Mûrier		
	♀	♂	Total	♀	♂	Total
1	20	/	20	420	182	602
2	603	499	1102	983	2859	3842
3	470	1100	1570	229	34	263
4	894	1399	2293	43	75	118
5	Cochenille morte			Cochenille morte		
6	335	142	477	Cochenille morte		
7	18	14	32	251	83	334
8	98	/	98	113	195	308
9	1549	813	2362	Cochenille morte		
10	795	1295	2090	503	400	906
Total	4782	5262	10044	2545	3828	6373

Ceci nous amène donc à l'étude :

— du rôle des facteurs climatiques sur le cycle et la mortalité naturelle ;

— du rôle des facteurs biologiques propres à la Cochenille.

II. — ROLE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES PULLULATIONS

A. — Méthode d'étude utilisée.

Comme l'indiquent VASSEUR et SCHVESTER (1957) pour *Quadraspidiotus perniciosus* Comst., ici encore, l'observation directe du cycle de l'insecte est rendue difficile par le chevauchement des différentes générations, du fait de la longue période de ponte des femelles.

Aussi, nous avons eu recours à une méthode voisine de celle préconisée par ces auteurs et basée sur le dénombrement périodique des populations ; ces comptages effectués tous les 10-15 jours environ durant toute l'année portent sur 1 000 individus (vivants, morts, parasités) et nous notons chaque fois pour les insectes vivants et morts, les proportions observées des différents stades successifs d'évolution. Ce sont :

— les larves néonates ou larves mobiles.

— les larves fixées de 1er stade ou « 1er stade larvaire ».

— les larves de 2e stade : soit femelle ou « 2e stade femelle », soit mâle ou « pronymphe mâle ».

— les nymphes mâles.

— la mâles adultes dont nous constatons la sortie par la présence de follicules vides, plus que par l'observation directe du vol.

— les femelles adultes.

Nous distinguerons parfois, parmi ces dernières, trois types : les femelles jeunes (femelles I), les femelles en gestation (femelle II) et les femelles en train de pondre (femelles III), types correspondants aux trois stades successifs d'évolution.

Dès lors, à un moment précis et par rapport au comptage précédent l'accroissement en proportion d'un stade donné indique le passage à ce stade de la population étudiée. Ces précisions obtenues lors de chaque dénombrement des populations permettent de dresser le schéma d'ensemble de l'évolution de la Cochenille.

B. — Etude du cycle évolutif de Pseudaulacaspis pentagona TARG.

a) **Bibliographie.** — Une étude bibliographique déjà importante tant en France (Gastine, 1913 ; Balachowsky, 1931, Suire, 1948) qu'à l'étranger (Berlese, 1909-1910, Leonardi, 1920, Monti, 1955) nous permet de connaître l'évolution schématique de la Cochenille suivant les régions.

Les femelles hivernantes reprennent leur activité tôt au printemps et la ponte se situe courant avril début mai ; suivant la précocité de cette dernière, de fin avril à début juin se manifestent les premières néonates. Elles se fixent, évoluent, et des pontes des femelles de cette première génération, éclosent, courant juillet début août, les jeunes larves à l'origine de la deuxième génération. Généralement les mâles adultes de celle-ci volent en septembre et les femelles hivernent. Dans les régions de l'Italie centrale et méridionale, les auteurs italiens, (Berlese, 1910, Leonardi, 1920) notent l'existence d'une troisième émission de larves mobiles en octobre, sans préciser si les cochenilles qui en résultent atteignent leur complet développement.

La Cochenille aurait donc de 2 à 3 générations au maximum, selon les régions et suivant les années.

Par une étude directe de la Cochenille, au moyen de comptages réguliers, nous nous sommes attachés à préciser l'ensemble des observations antérieures, d'abord dans le Lyonnais, puis dans le Midi méditerranéen.

b) **Dans le Lyonnais.**

La ponte des femelles hivernantes et l'apparition printanières des néonates. — Des observations fragmentaires faites au cours

de l'année 1948 (1) dans le Lyonnais, sur mûrier en plein vent, situent au 20 avril la date de début de la ponte. De ces œufs sortent des néonates du 14 au 25 mai, l'éclosion débutant avant la fin de l'émission des œufs.

A partir du printemps 1953, l'évolution de la Cochenille est régulièrement suivie sur 3 espèces végétales : mûrier, pêcher, sophora, dans le jardin du laboratoire de St-Genis-Laval.

Le 4 mai 1953, de 85 à 87,5 p. 100 des femelles comptées, ont commencé à pondre. Le nombre d'œufs moyen, variant suivant la plante-hôte contaminée, s'établit ainsi :

— 13 sur mûrier (limites extrêmes : 1-31).
— 31 sur pêcher (limites extrêmes : 12-46).
— 48 sur sophora (limites extrêmes : 12-75).

A cette date les premières larves mobiles commencent à éclore sous le bouclier des femelles fixées sur sophora. Il faut attendre le 12 mai pour observer sur mûrier, le début d'activité des premières néonates. Le pêcher voit se manifester les toutes premières larves, le 6 mai.

L'avance constatée dans l'évolution de *P. pentagona* fixée sur sophora peut s'interpréter, soit par l'action propre de la plante-hôte, soit par celle des conditions microclimatiques l'entourant. Cette dernière hypothèse basée sur l'opinion de SCHMUTTERER, (1952), paraît la plus vraisemblable. Cet auteur note en effet une différence dans l'évolution des cochenilles fixées sur les faces sud et nord d'un même arbre, pouvant atteindre 2 à 3 semaines. Or, le sophora est placé à l'avant de l'angle de deux murs orientés S.O.-S.E. ; le mûrier situé à 300 m environ, est exposé plein Nord. Le pêcher arbre de plein vent, ne jouit d'aucune situation particulière. Et, malgré sa situaton privilégiée, la végétation du sophora repart plus tard que celle du pêcher au printemps.

L'année suivante, la reprise d'activité, manifestée par l'enfoncement du rostre des femelles hivernantes, a lieu durant les premiers jours de mars pour l'ensemble des arbres.

Les premières pontes sont observées simultanément sur pêcher et sophora le 28 avril, puis le 5 mai sur mûrier. Si les conditions climatiques particulières du printemps 1954, (moyennes : mars, 8,61°C ; avril, 9,35°C) permettent un début de ponte plus précoce que l'année précédente, les influences microclimatiques locales intéressant le sophora et le mûrier se traduisent, comme en 1953, par une différence de l'ordre d'une semaine environ.

A partir du 25 mai sur pêcher, de la fin du mois sur mûrier se situe le début de la période d'activité des néonates. Elle est limitée dans le temps, car les dernières larves mobiles s'observent sur pêcher le 16 juin.

En 1955, cette sortie printanière des larves intéresse la dernière

(1) Les observations de l'année 1948 sont dues à M. BIANCHI, Agent-technique principal au Laboratoire de St-Genis-Laval.

quinzaine du mois de mai sur pêcher et mûrier ; les premières pontes apparaissent le 12 avril sur pêcher.

Dans le Lyonnais, la période d'émission des néonates débute donc à la mi-mai. Selon les années cette date peut être reportée de 8 à 10 jours plus tard. Il est à remarquer durant cette période, l'importance numérique très variable de la ponte et la présence d'œufs et de jeunes larves de deux couleurs distinctes.

Evolution des deux générations successives en cours de saison. — Dans les quelques heures qui suivent leur apparition, les néonates se fixent et commencent la confection du bouclier, selon un processus complexe (Monti, 1955). Caractérisés par la présence d'un revêtement constitué de sécrétions d'un blanc brillant, les premiers stades larvaires représentent à eux seuls sur mûrier, 70 p. 100 de l'ensemble vivant de la population du 27 mai 1953.

Les mâles apparaissent, parallèlement aux jeunes femelles, durant la dernière décade de juin. Au 20 juillet, l'ensemble des cochenilles est au stade femelle mûre et le début de l'éclosion des néonates se situe le 30 juillet.

Une évolution identique se poursuit sur pêcher ; elle aboutit à la manifestation, le 31 juillet, des premières néonates.

En 1954, le retard noté, vis-à-vis de l'année précédente dans l'apparition des jeunes larves sur mûrier, se prolonge tout au long de la première génération. Le 11 juin sur mûrier, nous observons les premiers stades. L'accouplement a lieu durant la première décade de juillet et les néonates issues de cette génération, commencent à éclore le 10 août dans les colonies.

Sur pêcher, après une évolution identique, ces mêmes larves envahissent les jeunes pousses dès le 5 août.

Les adultes mâles se manifestent en septembre, au cours de la dernière décade en 1954, et durant la première en 1955. Les jeunes femelles fécondées continuent leur développement, selon les conditions climatiques, plus ou moins tard en saison. A la mi-novembre cependant, les premières commencent à retirer leur rostre du support végétal et hivernent ainsi. Fin novembre, l'ensemble des invididus de la population de cochenilles entre en hivernation.

Possibilite d'une troisième génération. — En 1953, il est à noter la possibilité de l'apparition d'une troisième génération partielle, tard en saison. Au 15 octobre, quelques femelles adultes commencent à pondre sur sophora, comme sur pêcher. A la même date, les dissections pratiquées sur les femelles fixées sur mûrier, mettent en évidence, la présence d'œufs dans les organes génitaux.

Sur sophora, le 3 novembre, les premières néonates manifestent leur activité, se fixent ; au début décembre, les plus précoces atteignent le

deuxième stade femelle. Sur pêcher, jusqu'à la fin décembre, quelques larves éclosent, évoluent jusqu'au premier stade larvaire. Sur mûrier, les premières femelles mûres pondent quelques œufs à partir du 15 novembre, cependant aucun n'éclot.

Ces différences portant sur la date du début de la ponte sont à rapprocher des faits observés au printemps 1953 sur l'échelonnement des sorties des néonates sur les trois espèces végétales étudiées et, diversement exposées.

Dans nos observations, ces variations, visibles surtout au printemps comme en fin de saison, semblent inexistantes durant la période estivale

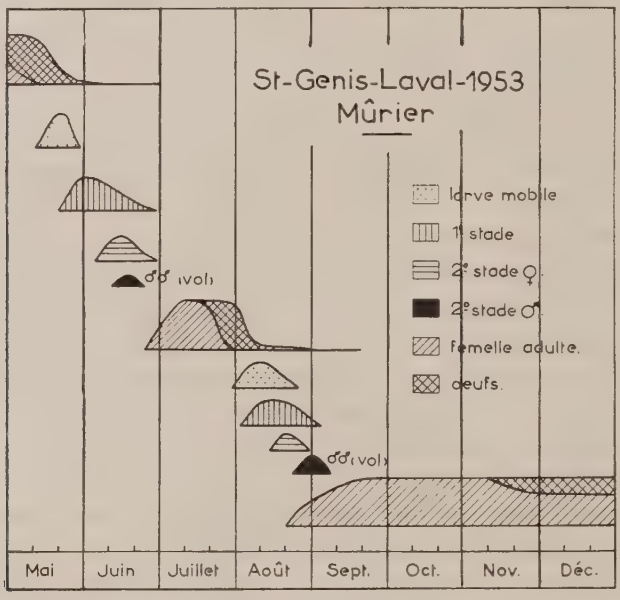


FIG. 4. — Cycle évolutif de *P. pentagona*, observé en 1953 sur mûrier plein vent dans le Lyonnais. (Saint-Genis-Laval).

sur pêcher et mûrier. En effet, les néonates écloses des œufs de la première génération apparaissent aux mêmes dates les 30 et 31 juillet.

Cependant, pour SCHWEIG et GRUNBERG (1936), puis SCHMUTTERER (1952), l'exposition ne saurait modifier profondément le cycle de l'insecte soumis à la seule action du climat régional, mais par les conditions climatiques particulières qu'elle permet, elle serait responsable d'une ponte plus précoce sur la partie sud que sur la partie nord d'un même arbre.

Nos propres observations permettent de penser que l'opinion de ces divers auteurs ne doit pas être absolue. L'influence de l'exposition sur la précocité de la ponte, nettement marquée au printemps comme à l'automne où les moyennes climatiques sont basses, tendrait à s'estomper

au cours de l'été, période où ces mêmes moyennes sont élevées ce qui atténue en partie tout au moins, l'importance de l'insolation directe.

Celle-ci accentuée par la présence du manchon de mousseline fine qui modifie le microclimat ambiant en l'uniformisant dans le sens d'une plus grande aridité, expliquerait les observations faites en juillet 1955, au cours de notations concernant la répartition de *P. berlesei* par rapport à son hôte (Bénassy, 1957). En effet, les résultats obtenus vis-à-vis de la précocité de la ponte des femelles de la 1re génération de *P. pentagona* suivant l'exposition ne sont pas significativement différents (résultats non publiés).

L'exposition n'entraînant pas une modification du cycle chez l'insecte, on peut conclure que, dans le Lyonnais deux générations se succèdent, avec la possibilité d'une troisième partielle selon les années. Le cycle de *P. pentagona* est typique à cet égard en 1953 (fig. 4).

c) **A Antibes.** — Les observations réalisées au Cap d'Antibes sont faites durant la 1re année (1955) sur des mûriers croissant sous cages revêtues de grillage métallique fin, puis la 2e année sur ces mêmes mûriers, mais cette fois, à l'air libre.

En 1955, l'évolution de la Cochenille se caractérise par l'apparition successive de 3 générations assez nettement définies (fig. 5).

La 1re, ou génération printanière, issue des femelles hivernantes qui reprennent leur activité fin janvier, début février, est présente depuis le 20 avril environ, date d'apparition des premières néonates, jusqu'au commencement juillet.

Parmi les individus fixés de cette 2e génération, ou génération estivale, une partie, celle dont l'évolution est la plus rapide, est à l'origine d'une 3e génération ; l'autre partie représentant à la fin août 50 p. 100 des cochenilles vivantes reste, après le vol des mâles, au stade femelles. Elle hiverne ainsi.

La 3e génération possède une évolution du même type. Après l'apparition des premières néonates survenues le 20 septembre et la manifestation des mâles durant la dernière quinzaine de novembre, l'ensemble de la population arrête son évolution au stade « femelle fécondée ». Dès le début de décembre, les cochenilles hivernantes groupent donc la totalité des individus de la 3e génération et partie de ceux de la 2e.

A l'air libre, le développement de *P. pentagona* durant l'année 1956 se révèle voisin de celui mis en évidence l'année précédente. Tout au long de la saison, nous observons la manifestation successive de deux générations et d'une troisième partielle. Dès le printemps, la date d'apparition des premières néonates (5 mai) est en retard d'une quinzaine de jours sur celle notée l'année précédente (20 avril). Par la suite, si les écarts s'estompent avant la 2e génération, en fin de saison, les jeunes larves,

début d'une troisième génération, écloses en octobre, n'atteignent pas leur stade hivernant ; leur évolution s'arrête au 2e stade larvaire, pour les femelles, au stade nymphal pour les mâles.

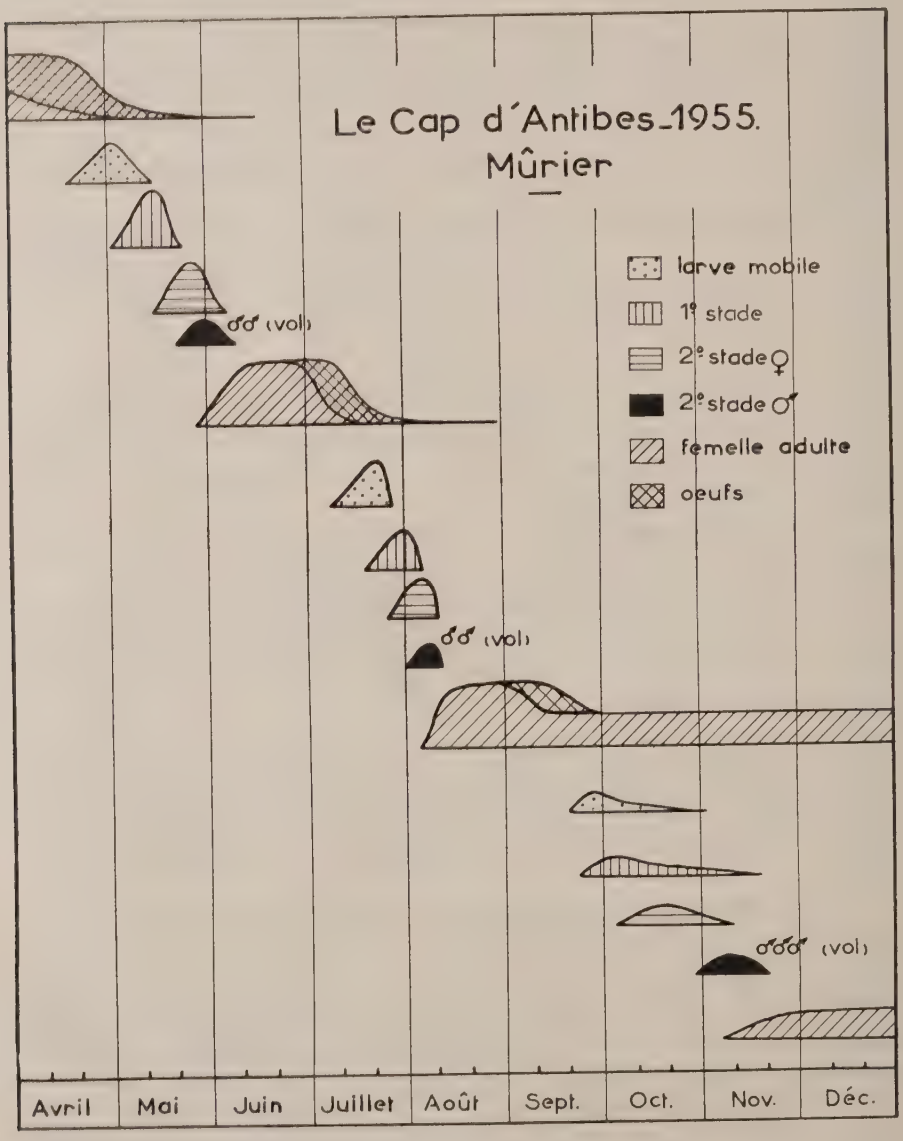


FIG. 5. — Cycle évolutif de *P pentagona*, observé en 1955 sur murier dans le Midi méditerranéen. (Cap d'Antibes).

Aucune modification sensible du cyle de la Cochenille n'a donc été apportée par les conditions microclimatiques différentes, créées par la présence, durant la 1ere année d'observation, d'une cage grillagée.

d) **Conclusion.** - Il nous est donc possible d'estimer, d'après nos propres observations et en accord avec les travaux de la plupart des précédents auteurs, que *P. pentagona* possède, dans les régions méditerranéennes, au maximum trois générations, la dernière n'étant parfois que partielle.

Or, si l'on compare ce cycle de la Cochenille avec celui observé dans les régions septentrionales telles que le Lyonnais, une différence apparaît, plus ou moins marquée selon les années, la 3e génération, qui atteint le plus souvent le stade hivernant dans le Midi méditerranéen, ne dépasse guère quand elle existe, le 2e stade larvaire dans le Lyonnais.

En Italie d'après Monti (1955), l'évolution de la Cochenille comporterait toujours dans les régions septentrionales, trois générations. Cette opinion vient en contradiction avec celle des précédents auteurs (Berlese, 1910 ; Leonardi, 1920) donnant dans ces régions un cycle identique à celui observé dans le Lyonnais. De plus, la date de sortie printanière des premières néonates située par l'auteur dans la dernière décade d'avril, correspond à celle observée au Cap d'Antibes, rapprochant ainsi l'évolution de la Cochenille, de celle notée dans une région méridionale typique.

Selon les années, en France, il semble donc que les conditions climatiques différentes des régions méridionales et septentrionales aient, sur l'évolution de la Cochenille une influence réduite, se traduisant par une modification peu sensible du cycle.

C. — Etude de la mortalité naturelle.

a) **La mortalité hivernale.** — Étudiée jusqu'à ce jour sous des latitudes méridionales, la Cochenille du mûrier n'a jamais donné lieu à des observations écologiques sur sa résistance aux conditions climatiques de l'hiver. Pourtant, c'est un des facteurs limitant les pullulations qu'il est nécessaire d'envisager même dans ces régions où les hivers sont peu rigoureux. Sous de tels climats, en effet, la reprise d'activité de la Cochenille s'effectue très tôt en saison, fin janvier, début février, et, à cette période, les variations de température sont, suivant les années, parfois brusques et de grande amplitude. Bien qu'hivernant à un stade plus avancé que *Q. perniciosus*, très sensible à ces modifications climatiques lors de la reprise de son évolution (Vasseur et Schvester, 1957 ; Bénassy, 1958 *d*), il est logique de penser que ces mêmes variations peuvent avoir une influence sur la mortalité de l'insecte.

Au Cap d'Antibes, la mortalité hivernale au cours de la 1re moitié de l'hiver est faible, elle n'atteint pas 30 p. 100 sur mûrier. De plus, elle se révèle relativement stable, si l'on en juge par la proportion de femelles mortes par rapport au nombre total de femelles non parasitées (fig. 6).

Pourtant, une augmentation sensible du taux de mortalité se révèle plus ou moins tôt selon le caractère climatique de l'année.

En 1955, la reprise d'activité de l'insecte n'est accompagnée d'aucune mortalité particulière ; elle ne devient sensible que fin mars après une période (6 au 10 mars) où les températures minima notées au niveau des rameaux (1) (soit 0,20 m et 0,40 m du sol) atteignent -4°C. Le 6 avril, date à laquelle la majorité des femelles a commencé à pondre, elle avoisine 46 p. 100.

L'année suivante, les conditions climatiques de la période s'étendant du 2 au 21 février, période où les minima relevés au niveau des rameaux varient de 0°C à -10°8C (2) provoquent chez la Cochenille une augmenta-

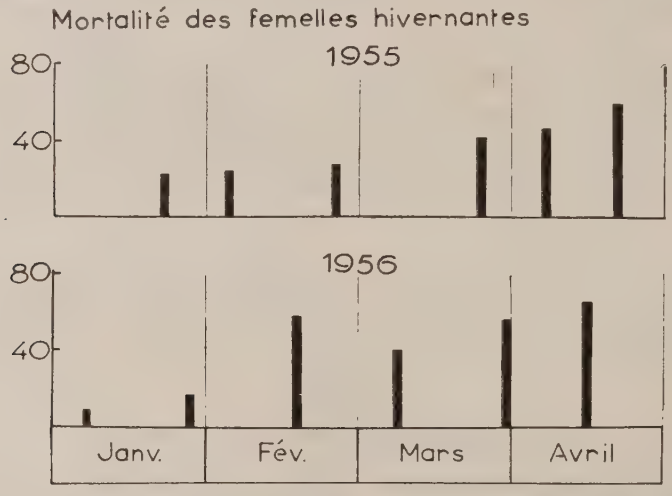


Fig. 6. — Mortalité naturelle hivernale, exprimée en p. 100, des femelle de P. *pentagona* sur mûrier au Cap d'Antibes en 1955 et 1956.

tion brusque du taux de mortalité. Ce dernier passe de 15 p. 100 le 21 janvier, à 60 p. 100 le 18 février.

Dans la région lyonnaise, la mortalité hivernale présente un aspect identique : relativement stable durant la première partie de l'hiver, elle accuse parfois une nette augmentation en fin de saison.

Au cours de l'hiver 1953-1954, sur les trois espèces végétales sur lesquelles nous poursuivons nos observations : mûrier, pêcher et sophora, cette mortalité jusqu'à la fin janvier varie peu (fig. 7). Elle oscille pour les femelles hivernantes non parasitées de 20 p. 100 à 35 p. 100 sur mûrier ; elle avoisine 15 p. 100 sur pêcher et, sur sophora atteint 70 p. 100 pour

(1) Comme il a été indiqué antérieurement, les mûriers utilisés pour les observations sont conduits sous forme buissonnante et les relevés de température effectués sous abri à 2 m du sol n'auraient eu aucune valeur.

(2) Les températures au niveau du sol aux mêmes dates sont plus faibles en valeur absolue ; ces minima s'expliquent par la réverbération de la neige présente durant toute la période considérée.

une mortalité voisine de 50 p. 100 en novembre. Puis, les comptages postérieurs au 1er février accusent une augmentation sensible de cette mortalité qui s'accentue par la suite en mars, au moment où les cochenilles reprennent le cours de leur évolution.

Or, la période du 27 janvier au 9 février 1954 se caractérise par un refroidissement brusque de la température : les minima atteignent — 12°5C le 6 février et se maintiennent au-dessous de — 10°C du 31 janvier au 7 février.

La période hivernale 1954-1955 n'est marquée d'aucune mortalité sensible, cette dernière se maintient stable et constante à la fois sur mûrier et sur pêcher.

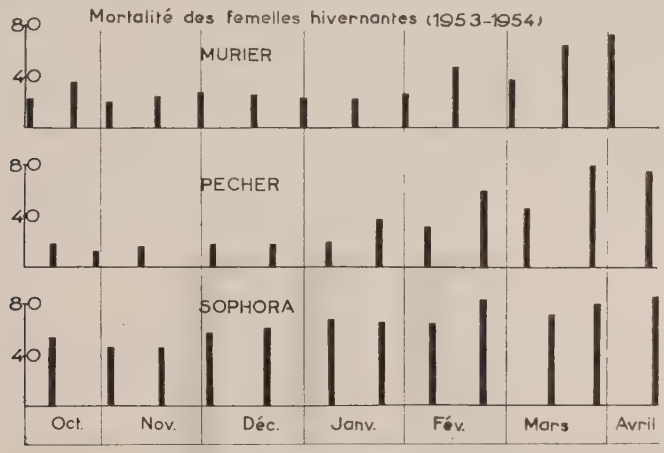


FIG. 7. — Mortalité naturelle hivernale, des femmes de *P. pentagona*, exprimée en p. 100, et relevée sur 3 espèces végétales depuis octobre 1953 jusqu'à la mi-avril 1954, à Saint-Genis-Laval.

Par contre, les caractéristiques climatiques extrêmes réalisées en février 1956 ont sur la Cochenille une répercussion insoupçonnée : l'insecte est détruit en totalité. Seuls survivent quelques rares individus particulièrement bien protégés. Le cas se produit sur quelques mûriers et surtout sur pêchers dans le cas fréquent où la Cochenille contamine la base des tiges de jeunes scions en pépinières ou celle des troncs d'une plantation fruitière. En effet, dans les deux types de cultures, mais surtout dans le premier, il est une pratique courante, celle de buter les arbres à l'automne. Le revêtement protecteur assuré par le sol fut suffisant pour éviter la mortalité totale des individus présents. Dans ces conditions, GIREAU (1956) signale un fait identique, présence de cochenilles vivantes au collet de jeunes pêchers.

Nous avons résumé les observations faites durant ces trois années successives dans la figure 8. En avril, la fraction de cochenilles vivantes, point de départ pour l'année en cours, des nouvelles contaminations,

représente donc les individus qui ont effectivement résisté aux variations climatiques hivernales car, il n'y a pas encore de cochenilles mortes après la fin de leur période de ponte. Si nous considérons cette fraction de cochenilles vivantes au printemps et son importance, par ordre décroissant, au cours de ces trois années, nous pouvons classer ces dernières de la

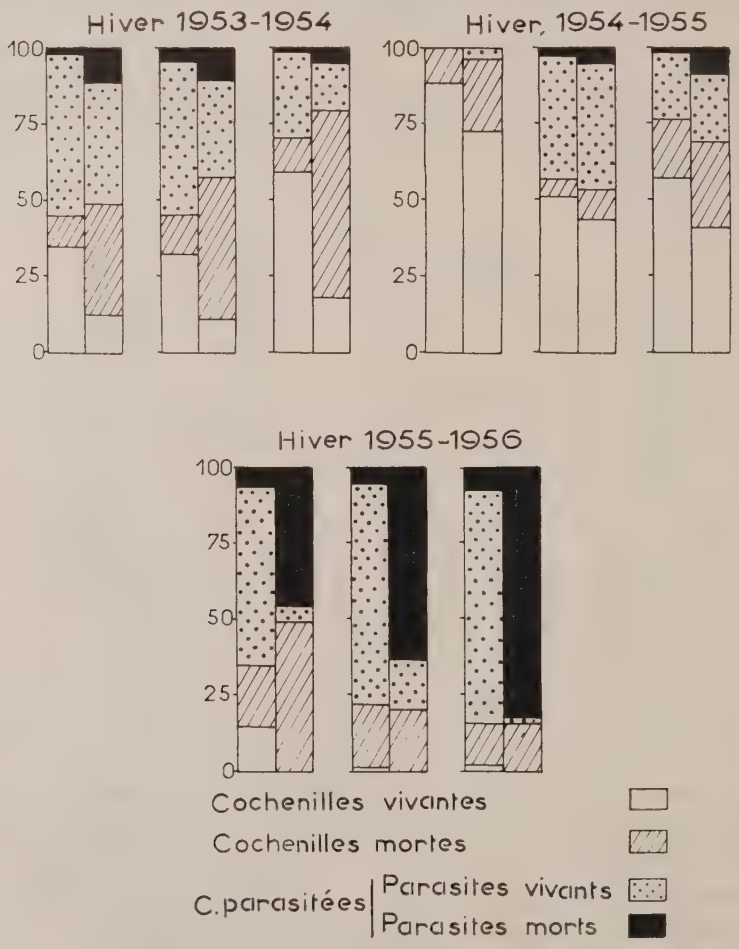


FIG. 8. — Composition de la population Cochenille-hôte, parasite, exprimée en p. 100, sur 3 mûriers plein vent à Saint-Genis-Laval. Relevé du 15 décembre, puis du 15 avril.

façon suivante : 1954-1955 qui assure un pourcentage de femelles vivantes variant de 41 à 72,2 p. 100 suivant les points d'observation ; puis 1953-1954 où de 10 à 18 p. 100 seulement des femelles reprennent le cours normal de leur évolution ; enfin 1955-1956, caractérisée par la mortalité presque totale des femelles encore vivantes au mois de décembre précédent.

Or, nous avons vu que cette mortalité naturelle hivernale semble liée

aux conditions climatiques réalisées au cours de février. Ceci nous conduit à penser que les minima de ce mois sont, en valeur absolue, élevés en 1955, moyens en 1954 et particulièrement bas en 1956. C'est effectivement ce que nous observons sur les relevés climatiques.

Il apparaît donc une étroite relation entre la mortalité relevée sur les femelles en fin d'hivernation et les minima du mois de février.

Pour essayer de préciser davantage encore cette relation existante, nous avons groupé au tableau II, pour les trois mêmes mûriers plein vent, la mortalité frappant l'ensemble des femelles saines et parasitées avant et après l'hiver ; celle en cours d'hiver, obtenue par la différence entre les 2 chiffres précédents ; les caractéristiques climatiques de février, et le nombre de jours où les minima atteignent ou dépassent en valeur absolue — 10°C. Nous groupons cette fois à l'inverse du graphique précédent, les femelles saines et parasitées pour obtenir des chiffres comparables entre les trois années. En effet, en 1955-1956, l'importance des femelles parasitées variant de 65 à 85 p. 100 (cf. fig. 8) rend peu sensible la différence de mortalité naturelle atteignant les seules femelles non parasitées, entre le début et la fin de l'hiver.

TABLEAU II

Mortalité naturelle des femelles hivernantes de P. pentagona en pour cent sur trois mûriers plein vent à Saint-Genis-Laval (Rhône).

N° des arbres	Mortalité	Mois	Année 1953-1954	Année 1954-1955	Année 1955-1956
X	Observée	Décembre	12,5	11,6	27,5
	Observée	Avril	51,7	24,0	95,1
	hivernale (calculée)		39,2	12,4	67,6
XVI	Observée	Décembre	14,5	7,2	27,5
	Observée	Avril	57,7	13,2	82,4
	hivernale (calculée)		43,2	6,0	54,9
XIX	Observée	Décembre	12,5	20,6	22,0
	Observée	Avril	64,3	36,6	98,0
	hivernale (calculée)		51,8	16,0	76,0
Nombre de jours où les minima $\leqslant$ — 10°C			7	0	11
Caractéristiques climatiques de février			— 12°5 $\leqslant$ m < — 10°	— 6° $\leqslant$ m	— 17°9 $\leqslant$ m < — 10°

m = minima.

Graphiquement (fig. 9) si nous portons en abscisses le nombre de jours où les minima s'abaissent au-dessous de — 10°C en février, et en ordonnées la mortalité constatée durant l'hiver, les points figuratifs obtenus pour chaque mûrier sont disposés sur trois courbes, voisines de la droite. Elles se confondent avec une droite si nous considérons maintenant la

valeur moyenne de la mortalité en cours d'hiver, pour les trois arbres et non plus celle particulière à chacun des mûriers pris isolément.

Il y a donc proportionnalité entre la mortalité hivernale et les caractéristiques climatiques, évaluées par le nombre de jours où la température minima s'abaisse au-dessous de — 10°C au mois de février, pour les trois années successives étudiées dans le Lyonnais.

b) **Mortalité estivale.** — Comme précédemment dans le cas de la mortalité affectant les femelles en période hivernale, celle frappant les

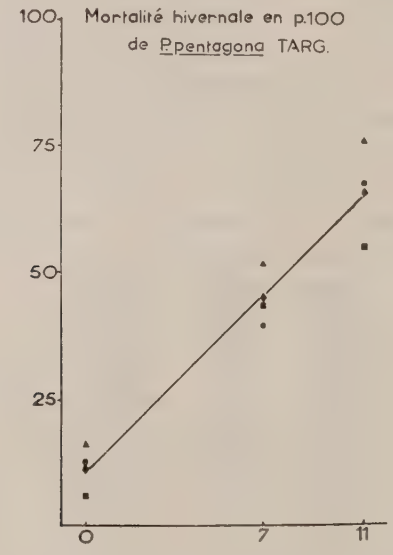


FIG. 9. — Mortalité hivernale des femelles de *P. pentagona* en fonction du nombre de jours où les minima au mois de février s'abaissent au-dessous de -10° C.

populations de cochenilles durant leur phase d'intense multiplication n'a jamais fait l'objet d'observations même fragmentaires.

Chez une Diaspine voisine, *Q. perniciosus*, pourtant, VASSEUR et SCHVESTER (1957) font ressortir l'action néfaste des fortes températures associées aux basses humidités relatives de l'air sur les individus présents durant tout l'été et sur les jeunes stades en particulier. Les années présentant des caractéristiques climatiques voisines de celles de la normale dans le Lyonnais, se traduiraient par une mortalité faible ; cette dernière s'accentuerait par année chaude et très sèche.

Or, les trois années 1953, 1954 et 1955 ont toutes en commun, nous le verrons (cf. chapitre III), d'être à la fois plus chaudes et plus humides que la normale, pendant toute la période de végétation. Aussi, les mortalités relevées au cours des comptages successifs ne présentent-elles pas de différences marquées. Dans le tableau III, nous avons comparé la mortalité

naturelle globale pour l'année 1955 à St-Genis-Laval, avec celle observée au Cap d'Antibes aux mêmes périodes, en 1955, puis en 1956. D'après les chiffres obtenus, il ne semble pas exister de différence certaine entre les deux régions. Dans les deux cas, la mortalité frappant les jeunes stades fixés oscille de 15 à 40 p. 100. Suivant l'exposition, d'après des comptages effectués en août 1955 sur une jeune population fixée sur mûrier plein vent à St-Genis-Laval, la mortalité due aux facteurs climatiques présente une intensité différente. Elle est la plus forte sur la face sud de l'arbre. La mortalité minima s'observe par contre sur la partie nord du tronc, et des chiffres intermédiaires marquent la mortalité relative aux faces est et ouest de l'arbre.

TABLEAU III

Mortalité estivale globale en p. 100 de P. pentagona en deux régions distinctes, sur mûrier.

Dates	Saint-Genis-Laval	Antibes	
	1955	1955	1956
1er Juin	18,4	—	—
14 Juin	21,1	14,5	19,9
27 Juin	29,0	26,0	16,3
15 Juillet	6,0	—	28,0
27 Juillet	12,1	—	26,4
10 Août	12,9	17,9	—
23 Août	27,3	29,6	—
10 Septembre	40,3	—	38,8
21 Septembre	23,9	2,0	35,0
1er Octobre	7,0	6,0	—

III. — ROLE DES FACTEURS BIOLOGIQUES PROPRES A LA COCHENILLE

A. — La ponte chez P. pentagona TARG.

a) **Méthode d'élevage employée.** — Les premiers essais d'élevage de la Cochenille furent tentés en offrant comme plante hôte divers fruits mûrs de Cucurbitacées, en particulier ceux de *Citrullus vulgaris* et *Cucurbita sp.* Les derniers végétaux préconisés par LEPAGE (1942) pour l'élevage de diverses Diaspines, donnent de bons résultats, mais présentent l'inconvénient d'un volume important.

Par la suite, le tubercule de pomme de terre s'avéra, comme l'indique FLANDERS (1947-1949) pour les Diaspines et DUSTAN (1953) pour *P. pentagona*, le meilleur support pour l'élevage continu de la Cochenille. Il permet suivant l'importance de la contamination initiale le développement de 2, 3 ou 4 générations successives. Le cycle évolutif à la température moyenne de 27°C pour une humidité relative de 60-70 p. 100 se décom-

pose comme suit : 10 jours de la néonate jusqu'au 2e stade larvaire ; durée de ce dernier de 9 à 12 jours environ. Seule la femelle normalement fécondée pond. Les premières néonates commencent à éclore de 14 à 15 jours après la dernière mue, avant l'achèvement complet de la ponte.

L'élevage est mené dans des boîtes plastiques dont le fond est recouvert de sable fin (fig. 10) maintenu humide constamment. Une mousseline nylon à grosses mailles, ou un couvercle perforé, permet une aération satisfaisante. La contamination des pommes de terre est faite au moyen soit de néonates en brossant avec un pinceau à poils doux le tubercule souche, soit d'œufs pour les élevages de masse de la Cochenille où la date exacte des premières fixations n'est pas indispensable à connaître.

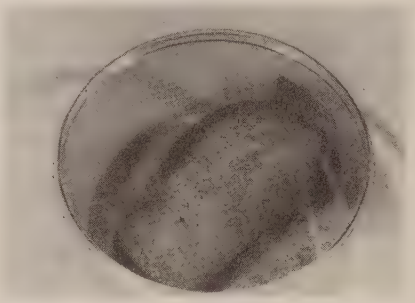


FIG. 10. — Méthode d'élevage de *P. pentagona* sur tubercule de pomme de terre. (Cliché, Station de Zoologie Agricole d'Antibes).

Cette dernière méthode permet en effet, un rendement maximum, tous les œufs déposés éclosent normalement si l'hygrométrie avoisine 70 p. 100. Dans le cas d'élevages demandant une très bonne précision, la contamination est assurée larve par larve.

b) **Modalités de la ponte.** — Comme nous l'avons vu précédemment, les jeunes femelles fécondées hivernent et reprennent leur activité en mars. Les plus précoces commencent à pondre dans la deuxième quinzaine d'avril, mais la ponte généralisée de l'ensemble des colonies ne commence qu'une dizaine de jours après celle des individus les plus précoces. La parturation s'échelonnant sur un mois environ, l'éclosion des premières néonates précède l'émission des derniers œufs. Arrivée au terme de l'expulsion de ceux-ci, la femelle se dessèche et meurt. Si l'on considère, juste avant le début de la ponte, le nombre d'œufs formés dans les organes génitaux des femelles, la répartition de ces dernières par rapport au nombre d'œufs possibles se caractérise dans les cas envisagés de la façon suivante :

— Pour la génération printanière de 1955 sur mûrier, le polygone de fréquence présente un sommet pour les valeurs comprises entre 240 et 280 œufs à Antibes, entre 120 et 200 œufs à Saint-Genis-Laval (fig. 11).

— En août 1955, les femelles développées à partir des néonates issues de ponte de printemps se répartissent de nouveau sur mûrier à Saint-Genis-

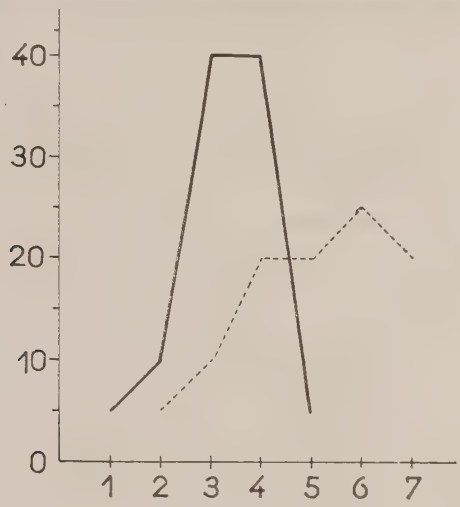


Fig. 11. — Potentiel de ponte chez les femelles de *P. pentagona* au printemps 1955 sur mûrier : à Saint-Genis-Laval, (traits pleins), à Antibes (traits pointillés).
Répartition en classes : de 40 en 40, depuis 80 œufs (classe 1) jusqu'à 320 œufs (classe 7). — en abscisses : les classes ainsi définies. — en ordonnée : les pourcentages des femelles entrant dans la classe.

Laval, selon un polygone de fréquence possédant un sommet pour les valeurs oscillant de 120 à 160 œufs (fig. 12).

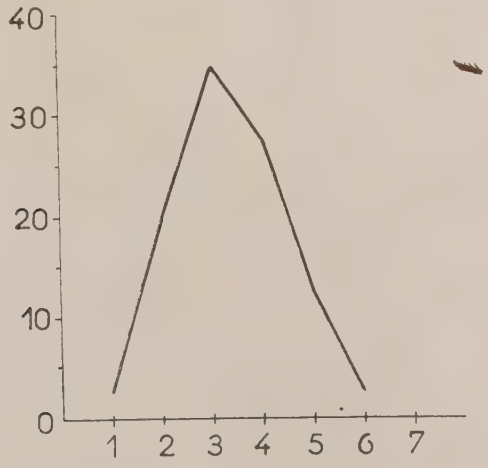


Fig. 12. — Potentiel de ponte chez les femelles de *P. pentagona* durant l'été 1955(août) sur mûrier à Saint-Genis-Laval. Même représentation graphique qu'à la figure 11.

En élevage expérimental, la courbe de répartition des femelles en fonction de leur potentiel biotique, présente un sommet pour les valeurs variant de 80 à 120 œufs (fig. 13) et rappelle celle caractérisant les femelles

élevées sur mûrier à Saint-Genis-Laval (fig. 11). L'importance numérique de la ponte est donc très variable suivant les individus, même en élevage sous conditions constantes (tableau IV).

TABLEAU IV

Importance numérique de la ponte chez P. pentagona *(élevage à conditions constantes sur pommes de terre).*

Descendance de 40 ♀ isolées.

N° de la cochenille	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de répétitions :										
I	14	74	22	150	47	(+)	36	44	24	69
II	97	48	75	86	26	10	76	62	18	113
III	29	15	39	68	72	39	(+)	(+)	(+)	107
IV	12	83	172	61	152	73	93	(+)	99	36

(+) Femelles isolées qui sont mortes avant la ponte. Ceci donne une idée, non pas du nombre absolu d'œufs, mais de l'hétérogénéité des observations entre femelles.

Les chiffres relativement réduits, sont dus à la mortalité rapide enregistrée du fait de l'observation journalière nécessitant de soulever le bouclier.

Les œufs accumulés en arrière de la femelle pondante entraînent parfois le décollement d'une partie du bouclier du substratum. Dans ces

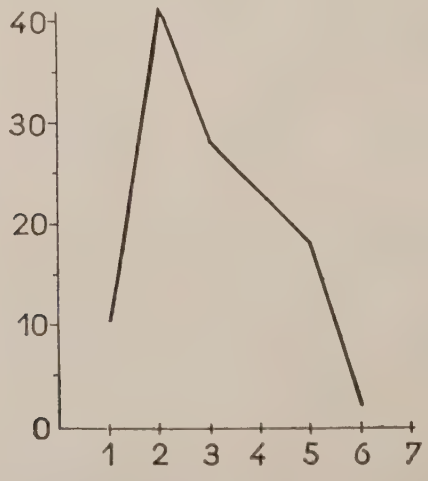


FIG. 13. — Potentiel de ponte chez les femelles de *P. pentagona* en élevage expérimental (27° C, 60-70 p. 100 H. R.) sur tubercule de pomme de terre. Même représentation graphique qu'à la figure 11.

conditions, la femelle, le plus souvent, sécrète un complément au bouclier, complément duveteux d'un blanc pur ; sous l'effet de la compression les œufs s'agglomèrent entre eux en masses de forme plus ou moins irrégulière.

Dès la ponte il existe deux sortes d'œufs sexuellement différents (Bénassy, 1958 b) : les œufs blancs ou rosés donnent naissance à des néonates évoluant en mâles. Les femelles sont issues de larves rouges écloses d'œufs de couleur identique (tableau V).

Tableau V

Descendance des 2 types d'œufs.
Élevage expérimental de P. pentagona *sur pomme de terre.*

	Élevages N°	Nombre d'œufs	Nombre de 1ers stades fixés vivants	Stade adulte
Œufs rouges	1	250	110	Femelle
	2	250	132	Femelle
	3	250	43	Femelle
	4	250	45	Femelle
	5	250	93	Femelle
	6	500	16	Femelle
	7	500	222	Femelle
	8	500	227	Femelle
	9	500	303	Femelle
	10	500	264	Femelle
	11	500	329	Femelle
Total :	11	4 250	1 784	
Œufs blancs ou rosés	1	250	81	Mâle
	2	200	84	Mâle
	3	100	40	Mâle
	4	250	126	Mâle
	5	200	84	Mâle
	6	500	129	Mâle
	7	500	16	Mâle
	8	500	126	Mâle
	9	500	254	Mâle
	10	500	347	Mâle
	11	500	310	Mâle
	12	500	2	Mâle
	13	500	37	Mâle
	14	500	134	Mâle
Total :	14	5 500	1 770	

A l'extérieur, comme en élevage expérimental, une même ponte peut renfermer soit uniformément des œufs d'un seul type, soit en mélange des œufs blancs et des œufs rouges en proportion variable. Tel est le cas pour 33 femelles isolées, observées individuellement, où la descendance passe par tous les intermédiaires entre une entièrement mâle jusqu'à celle entièrement femelle (tableau VI). Dans l'ensemble, la proportion moyenne des sexes calculée d'après le dénombrement de 1473 œufs s'établit à 51,5 p.100 de femelles (759 œufs R.) et 48,4 p. 100 de mâles (714 œufs blancs). Le sex-ratio est donc voisin de l'unité comme l'ont calculé aux Bermudes Brown et Bennett (1957).

Mais, à l'inverse de ce que pensent ces auteurs, dans une ponte groupant à la fois les deux types d'œufs, il ne semble pas exister en fonc-

tion du temps une répartition préférentielle d'un type par rapport à l'autre, bien que nous constations souvent comme le fait remarquer Monti (1955), que les œufs d'une même couleur sont groupés par places distinctes dans une même ponte ; la femelle débute sa ponte indistinctement par l'émission d'œufs mâles ou femelles. En effet, si l'on ôte le bouclier d'une femelle pondante les œufs émis restent adhérents les uns aux autres par leurs extrémités. Il en résulte une chaîne fragile (fig. 14)

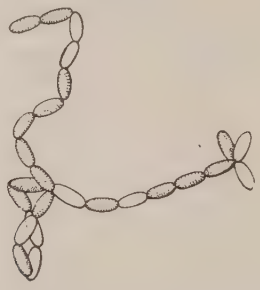


Fig. 14. — Exemple d'émission successive des 2 types d'œufs de *P. pentagona*, sur un fragment de ponte de 25 œufs.

où chaque œuf garde donc sa place par rapport à ses voisins, ce qui permet de suivre l'émission successive des différents œufs pour une partie tout au moins de la ponte. Cette dernière n'est généralement pas totale car, en l'absence de bouclier, il y a dessèchement rapide et mortalité précoce de la femelle. L'importance numérique des sexes, dans la descendance d'une même femelle, se révèle donc dès la ponte comme extrêmement variable.

Tableau VI

Sex-Ratio chez P. pentagona (*élevage sur pomme de terre*).

Descendance de 40 ♀ isolées.

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Nombre de répétitions :																				
I	144	—	24	2	×	×	64	85	22	11	×	×	23	—	12	9	8	16	24	16
II	12	—	22	—	44	21	9	10	1	—	—	70	8	52	×	×	4	37	50	19
III	2	13	4	11	13	22	3	40	35	29	—	37	×	×	×	×	×	×	9	47
IV.....	6	6	2	32	92	—	50	1	68	35	29	20	24	37	×	×	16	56	11	25

× ♀ isolées qui sont mortes avant la ponte.
Même remarque relative aux chiffres réduits observés.

Cette possibilité notée chez les femelles de *P. pentagona* d'avoir une descendance soit à la fois mâle et femelle, soit entièrement mâle ou entièrement femelle, élimine donc chez cette espèce toute hypothèse de repro-

duction parthénogénétique thélytoque, la plus fréquente chez les Coccides (VANDEL, 1931, BALACHOWSKY, 1939). Celle-ci donnerait en effet deux types de descendance : une à la fois mâle et femelle, et l'autre entièrement femelle.

Aussi doit-on envisager que tous les œufs sont normalement fécondés et que la détermination du sexe est d'ordre chromosomique.

Néanmoins nous avons essayé par l'expérimentation directe de confirmer cette hypothèse par des observations sur les possibilités de reproduction parthénogénétique chez cette Diaspine.

c) **Conditions indispensables à la ponte.** — RÔLE DE L'ACCOUPLEMENT : Les observations sont conduites en quatre essais distincts et, dans chaque élevage nous avons suivi par dissection, l'ovogénèse chez les femelles normales et chez celles non accouplées. Le 1er intéresse la descendance d'œufs rouges répartis sur quatre tubercules de pomme de terre groupés dans un même élevage.

Pour les trois suivants, partant d'élevages normaux, nous avons éliminé les stades mâles (prénymphes et nymphes) sur chaque tubercule de pomme de terre, en ménageant pour chaque lot, un témoin. Dans l'un des essais (essai II), ce témoin est obtenu en fragmentant chaque tubercule en deux parties, mais dans les autres cas, il est constitué par un tubercule contaminé à la même date que ceux mis en expérience. Nous avons constaté dans les quatre essais que la suppression totale de toute descendance chez les femelles isolées est corrélative de l'absence de mâles dans les colonies (tableau VII).

TABLEAU VII

Essais de reproduction parthénogénétique chez P. pentagona TARG.
Élevage sur pommes de terre.

	Essai I	Essai II	Essai III	Essai IV
Date de l'accouplement chez le témoin	29-11-1955	28-11-1955	18-1-1956	23-1-1956
Date d'apparition des premières néonates: chez les femelles isolées	néant	néant	néant	néant
Chez le témoin	15-12-1955	12-12-1955	2-2-1956	6-2-1956

Si les femelles ayant pondu se déssèchent rapidement et meurent, la longévité de celles non accouplées dépasse cinq mois en élevage. Pour une espèce voisine *Aonidiella aurantii* MASK., FLANDERS (1951) signale un fait analogue.

Étude microscopique des organes génitaux chez les femelles non accouplées.

Rappel de la structure des organes génitaux chez les Diaspines :

L'appareil génital femelle est d'un type primitif où l'on retrouve un

canal ovarien impair ou vagin, s'ouvrant à l'extérieur par la vulve. Pourvu de quatre glandes accessoires situées au niveau du tiers terminal, il reçoit à son extrémité antérieure, les deux oviductes formant un V. A leur point de jonction se situe la spermathèque.

Chaque oviducte porte de nombreux ovarioles. Ils se différencient à partir du sommet aux dépens de quatre cellules qui font saillie très rapidement à sa surface, lorsque les trois cellules, qui évolueront en cellules nourricières, ont coiffé la dernière qui est à l'origine de l'ovocyte (Pesson, 1950). A maturité, chaque follicule ovarien ne contient qu'un œuf entouré de son épithélium folliculaire.

Schématiquement, d'après les dissections réalisées à intervalles réguliers sur les femelles non accouplées, les organes génitaux se présentent sous trois aspects différents qui se retrouvent lors de chaque dissection, mais n'apparaissent pas successivement dans le temps.

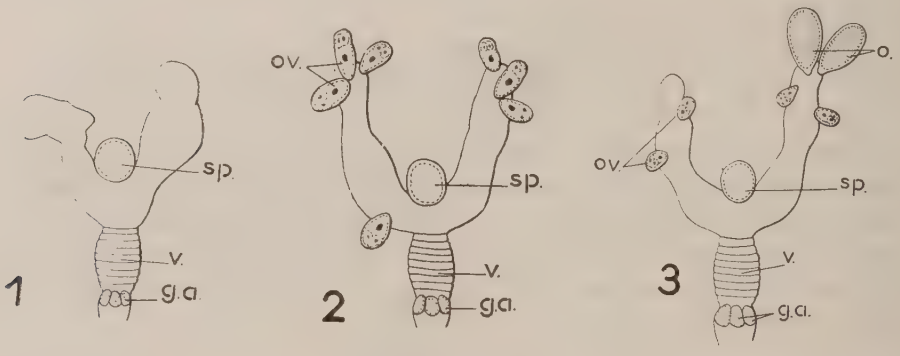


Fig. 15. — Aspect schématique des ovaires vierges de *P. pentagona* : les 3 cas observés — sp. = spermathèques ; ov. = ovocyte ; o. = œuf ; v. = vagin ; g. a. = glandes annexes du tractus génital.

Aspect 1. — (fig. 15) : tractus génital limité à ses deux seuls oviductes. L'absence de tout ovariole à leur surface permet de penser que le stade de la différenciation des quatre cellules en cellules nourricières coiffant leur ovocyte et visible sur les jeunes femelles au moment de la mue, s'est résorbé.

Aspect 2. — (fig. 15) : Chaque oviducte s'orne de quelques ovarioles différenciés où la croissance de l'ovocyte apparaît comme stoppée pour une taille déterminée. La répartition de ces ovarioles sur les deux branches du tractus génital semble anarchique, car nous en observons aussi bien à l'apex des oviductes que vers le point de jonction de ceux-ci avec le vagin.

Aspect 3. — (fig. 15) : Quelques ovarioles se différencient comme précédemment à la surface des deux oviductes et 1 ou 2 ovocytes atteignent leur taille définitive.

La répartition de ces trois types au cours des dissections pratiquées sur 240 femelles non accouplées est schématisée dans le tableau ci-joint (VIII) :

TABLEAU VIII

Essai N°	Nombre de cochenilles	Type 1	Type 2	Type 3
1	106	13	72	21
2	33	14	6	13
3	68	1	37	30
4	33	3	30	
Total	240	31	145	64

Les quelques observations réalisées à ce jour concernant les possibilités de parthénogénèse chez *P. pentagona*, complétées par l'étude microscopique des organes génitaux des différentes femelles accouplées permettent d'estimer que l'accouplement, non indispensable au déclenchement d'une différenciation des ovarioles jusqu'à un stade avancé, est nécessaire à la réalisation de l'ovogénèse normale et de la ponte chez cette Cochenille.

Ces observations se trouvent confirmées par l'étude entreprise sur la même Cochenille par BROWN et BENNETT (1957). Ces auteurs considèrent en effet, que seules pondent les femelles normalement fécondées, et qu'un mécanisme d'ordre chromosomique intervient pour déterminer le sexe des œufs déposés.

L'ACCOUPLEMENT DIFFÉRÉ. — Dans les élevages utilisés comme témoins pour nos observations précédentes sur la parthénogénèse, l'accouplement a toujours lieu lorsque la maturité physiologique est complète chez les deux sexes, dès la sortie des mâles et l'apparition des jeunes femelles, après leur 2e mue.

Connaissant le début de la période durant laquelle les jeunes femelles demeurent aptes à être fécondées, nous avons procédé à des essais d'accouplement différé de 8 à 15 jours pour essayer d'en déterminer la limite extrême.

Dans les deux cas, ces essais portent sur trois élevages groupant 210 femelles pour les premiers, puis 299 insectes pour les suivants. Dans chaque lot nous avons libéré les mâles à raison de 1 pour 5 femelles, leur capacité de fécondation nous étant inconnue. D'une façon générale, d'ailleurs, cette capacité de fécondation s'avère excessivement variable chez les Coccides (BALACHOWSKY, 1939). L'ensemble des résultats sont groupés dans le tableau IX ci-joint. Nous constatons dans les deux essais, comme dans le témoin, que la ponte s'effectue normalement deux semaines environ après l'accouplement, l'âge des femelles mises en expérience n'intervenant pas dans le cadre de nos observations. Durant une période de 14 jours, en effet, après la date de l'accouplement normal, les femelles

une fois fécondées pondent des œufs. Cependant, on assiste, d'après BROWN et BENNETT (1957), à une modification du sex-ratio ; les femelles tardivement accouplées tendent à n'avoir plus qu'une descendance uniformément mâle, comme c'est le cas chez les Pseudococcines (JAMES, 1937).

TABLEAU IX

Essai d'accouplement différé chez P. pentagona TARG.

Élevage de laboratoire sur tubercule de pomme de terre.

Accouplement	Date		28-2-1957			7-3-1957			21-2-1957
	Nbr. de cochenilles mises en expériences	♀	65	70	75	43	97	159	Témoin
		♂	13	14	15	9	20	32	
Ponte	Date		14-3-1957			19-3-1957			7-3-1957
	Nbr. de cochenilles pondantes		17	40	34	28	13	8	
Caractéristique du bouclier	Bouclier rectifié		2	18	27	4	7	5	Nbr. d'œufs normal
	Bouclier aberrant		15	22	7	24	6	3	Nbr. d'œufs réduit

La différence observée entre le nombre de femelles vierges du début et celui des femelles pondeuses doit être due à la capacité de fécondation des mâles. Cette dernière oscille de 1,3 à 2,8 femelles pour 1 mâle dans le premier essai, et elle atteint 3,1 femelles dans le 2e avec 0,2 pour le dernier élevage. Ce chiffre peut être retenu, si l'on envisage le cas, comme chez *Pseudoaonidia duplex* CKLL (BLISS, CRESSMANN et BROADBENT, 1935), de la fécondation successive d'une même femelle par plusieurs mâles. Il est vraisemblable cependant que ce résultat est dû à des conditions expérimentales défavorables ayant entraîné une mortalité importante des mâles dès leur mise en élevage. Néanmoins, nous avons essayé d'estimer directement la capacité de fécondation des mâles pour connaître la part qui revenait aux conditions extérieures dans ces résultats. En effet, BALACHOWSKY (1939) pense que chez les Diaspines, le mâle déverse en une seule fois sa masse spermatique dans le canal ovarien de la femelle. Dans ces conditions, cette particularité pourrait expliquer la faible capacité de fécondation des mâles de *P. pentagona*, qui théoriquement ne dépasserait pas deux femelles.

Par dissection et coloration de masse au carmin acétique, nous avons comparé, sur des individus d'élevage, le volume de la masse spermatique :

— dans les testicules de mâles non accouplés ;

— dans le canal ovarien de femelles 3 jours après l'accouplement.

A cette date, en effet, si une partie des spermatozoïdes agglomérés en filaments a gagné la spermathèque, la majorité est encore visible sous forme de masse compacte dans le canal ovarien (fig. 16).

Les dimensions moyennes observées ont été les suivantes :

— chez le mâle : 110-120 μ × 90-100μ pour chacune des 2 masses testiculaires.

— dans le tractus génital des femelles où chaque fois, nous n'avons rencontré qu'une seule masse spermatique : 100-120 μ × 30-40μ.

FIG. 16. — Masse spermatique dans le vagin d'une femelle de *P. pentagona* 3 jours après l'accouplement. Coloration de masse au carmin acétique — sp. = spermathèque ; va. = vagin ; m. s. = masse spermatique. (Cliché, Station de Zoologie d'Antibes).

Aussi peut-on considérer dans les cas envisagés que la capacité théorique de fécondation des mâles s'élève à 6 femelles en moyenne, mais que dans les conditions de la réalité de tels chiffres ne sont jamais atteints.

B. — Remarques sur le bouclier femelle et sa formation

Formation caractéristique des Cochenilles Diaspines, le bouclier par la protection qu'il assure à tous les stades successifs de l'insecte, présente une grande importance. La taille de ce revêtement protecteur augmente parallèlement à celle de la Cochenille, et, arrivé à son complet développement il apparaît recouvert extérieurement sur une plus ou moins grande surface de cellules péridermiques végétales, détachées du substrat par la femelle.

Un tel phénomène est particulièrement net lors de l'élevage de la Cochenille sur tubercule de pomme de terre: la femelle évolue sous un bouclier, qui apparaît comme véritablement enchâssé dans un anneau complet de périderme, anneau ne recouvrant jamais les exuvies larvaires.

Cette formation intercorticale du bouclier est fréquente chez de

nombreuses Diaspines. MORSTATT (1908) l'étudie chez *Epidiaspis leperii* SIGN., puis GEIER, (1949) analyse, pour la même Cochenille, la formation du revêtement protecteur des divers stades successifs de l'insecte. Une étude du même ordre a eu lieu en Allemagne sur *Q. perniciosus* COMST (LUDICKE, 1950 et DISSELKAMP, 1954).

Tous les auteurs précédemment cités s'accordent à penser que cette formation du bouclier est liée aux mouvements de la cochenille, et à l'action particulière du pygidium.

Il semble toutefois qu'à cette action spécifique de l'insecte s'ajoute celle de la dureté relative du support végétal permettant d'en arracher une épaisseur plus ou moins grande. En effet, chez *E. leperii*, cette couverture péridermique est plus épaisse dans les tissus liégeux des fruits et les parties ligneuses fortement crevassées. Ce phénomène est mis en évidence dans l'élevage de *P. pentagona* sur différents hôtes. Fixé sur tubercule de pomme de terre, sur rameaux de *Morus alba* ou fruit mûr de *Cucurbita* sp., son bouclier présente une couverture d'importance variable et décroissante. Elle est « pratiquement » inexistante, sur fruits de Cucurbitacées.

Le même phénomène s'observe avec *Aulacaspis rosae* BOUCHÉ ou *Q. perniciosus*, élevés sur des hôtes variés. Pour cette dernière espèce, sur fruit de *Citrullus vulgaris*, de *Coloquinthis vulgaris*, le bouclier présente une faible trace de minage ; par contre, sur tubercule de pomme de terre, le phénomène atteint son maximum d'intensité. C'est le cas également chez *A. aurantii* (FLANDERS, 1951) élevé dans les mêmes conditions.

Selon les travaux mentionnés antérieurement, la constitution morphologique du bouclier repose sur l'association de deux éléments : des filaments cireux qui sont agglomérés entre eux par une substance durcissant rapidement à l'air et sous-produit du métabolisme.

Les fils lâches cireux, de largeur variable, sont sécrétés principalement par les glandes de l'insecte, celles du pygidium en particulier. Mais, la localisation précise du niveau où s'effectue l'excrétion de la substance agglomérant entre eux les fils, divise les divers auteurs. GEIER, en effet, se référant aux recherches de POLLISTER (1938) et à ses propres observations, pense que la substance est sécrétée, comme les filaments cireux par des glandes tégumentaires. A l'opposé de cette opinion, figure celle de DISSELKAMP, pour qui la substance diluante est excrétée au niveau de l'anus. Elle serait le résultat de matières de déchet passant par diffusion de l'estomac dans la cavité ventrale, puis les tubes de Malpighi pour être finalement éliminée par le rectum, et de sécrétions propres aux glandes rectales.

L'importance relative de la substance diluante par rapport aux fils cireux, dont la production resterait plus ou moins constante, donnerait les différences de structures constatées entre les boucliers des divers

stades successifs. Et, en particulier, l'aspect vitreux du bouclier de la femelle adulte, serait dû à l'abondance de l'excrétion. Son insuffisance ou son absence complète entraînerait la confection d'un revêtement floconneux. Il serait très visible chez les femelles mûres, si l'on admet, comme l'avance GEIER, que l'excrétion pourrait être proportionnelle à la taille de la cochenille, comme à l'intensité de sa nutrition.

Une modification du régime alimentaire (passage des *Citrus* aux tubercules de pomme de terre) chez *A. aurantii* (FLANDERS, 1951) pourrait amener d'après les observations de l'auteur, un certain nombre d'individus à confectionner un bouclier anormal.

Mais, nous avons mis en évidence lors d'essais sur les possibilités de reproduction parthénogénétique chez *P. pentagona* que les femelles vierges présentent une malformation du bouclier frappant à la fois sa structure et sa forme (BÉNASSY, 1958 b). De plus, ces femelles apparaissent comme gonflées, distendues, ovoïdes, souvent de couleur plus claire que la femelle normalement fécondée. Des faits analogues (boucliers floconneux) se retrouvent chez les femelles vierges de *Parlatoria oleae* COLVEE (EZZAT, 1957). Ils s'accompagnent de déformations du corps chez la femelle de *Q. perniciosus* placée dans des conditions analogues (VASSEUR et SCHVESTER, 1957).

Dans les deux cas, les femelles vierges présentent donc des troubles physiologiques se traduisant parallèlement par une distension du corps et par une suppression plus ou moins partielle de l'excrétion, accompagnés chez *P. pentagona* d'une modification du comportement de la femelle par inhibition des possibilités de se déplacer autour de son rostre. Le bouclier en résultant est allongé sans forme définie, avec à une des extrémités l'exuvie larvaire. A l'autre, nous retrouvons l'insecte dont le pygidium dépasse toujours le bouclier (fig. 17).

Par la suite, si nous libérons des mâles dans de pareils élevages, la sécrétion d'un bouclier (fig. 17) fait bientôt suite à la formation incoordonnée du début. Ce fait est visible pour une partie tout au moins des femelles observées. En effet, dans les cas d'accouplement différé rapportés au tableau IX, toutes les femelles pondantes n'ont pas un bouclier rectifié.

Chez les femelles âgées de 8 jours par rapport à la date de l'accouplement normal, 47 individus (soit 51,6 p. 100) sur les 91 pondant le 14 mars ont rectifié leur bouclier. Après 15 jours le nombre s'abaisse à 16 (soit 32,6 p. 100) sur les 49 femelles pondant à la date du 19 mars. Or, le nombre d'œufs émis, diffère : si la ponte semble normale dans tous les cas où les femelles ont sécrété ultérieurement un follicule normal, chez les femelles ayant gardé leur bouclier floconneux, au contraire, le nombre d'œufs pondus demeure très réduit.

Ici apparaît un nouveau facteur : l'âge de la femelle. Ce dernier aurait

avant tout un rôle quantitatif en intervenant sur le nombre d'individus capables de réagir normalement, par la confection d'un bouclier régulier

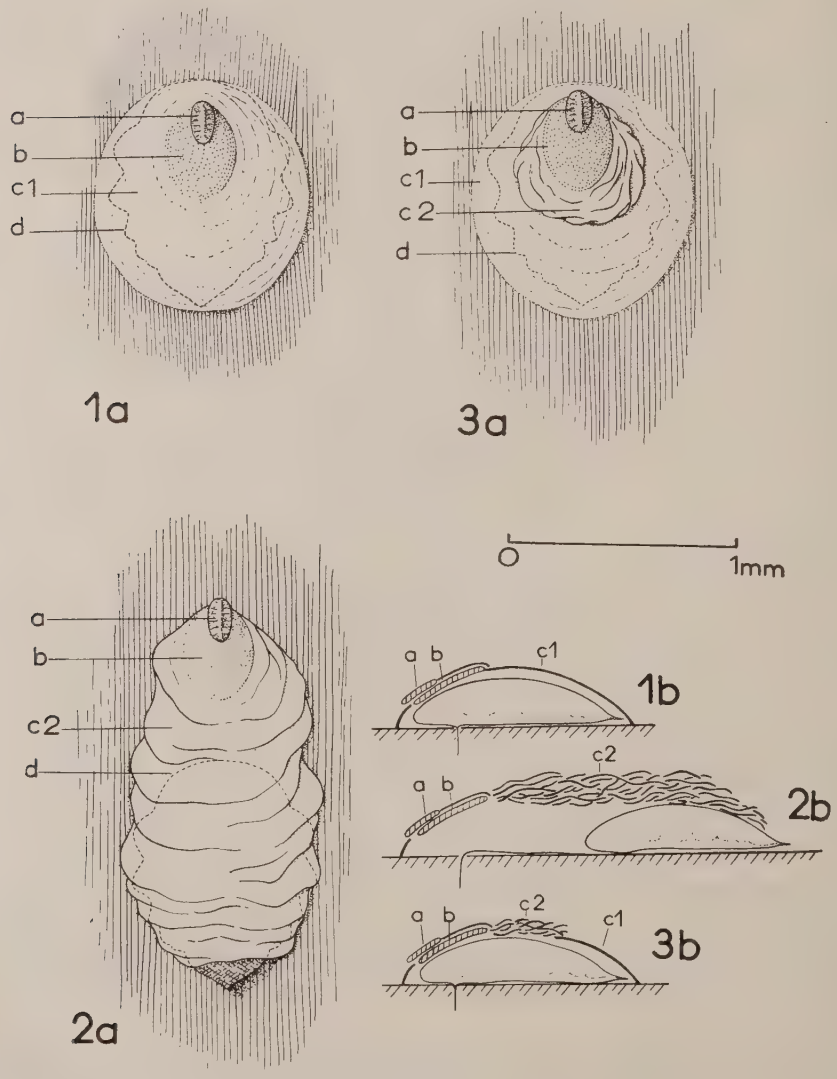


FIG. 17. — Aspect schématique d'un bouclier de femelle de *P. pentagona*.

a) vue en plan ; *b*) vue en profil. 1a, 1b : chez une femelle accouplée normalement ; 2a, 2b : chez une femelle non accouplée ; 3a, 3b : chez une femelle accouplée tardivement. — a = 1re exuvie larvaire ; b = 2e exuvie larvaire ; c1 = bouclier normal ; c2 = bouclier aberrant ; d = position de la Cochenille sous son bouclier.

abritant une ponte complète, aux modifications physiologiques corrélatives de l'accouplement ; cette faculté serait donc perdue très rapidement par les femelles avec le vieillissement.

CHAPITRE II

ÉTUDE DE L'ASSOCIATION : PSEUDAULACASPIS PENTAGONA TARG, PROSPALTELLA BERLESEI HOW

I. — RELEVÉS ÉCOLOGIQUES SUR PROSPALTELLA BERLESEI HOW

A. — Méthode retenue pour les relevés

Lors des comptages réguliers réalisés en cours de saison pour caractériser le cycle de la Cochenille, nous notons à côté des individus vivants et morts naturellement, ceux qui sont parasités d'une façon visible. Dans cette dernière fraction et à l'observation directe, nous pouvons reconnaître les stades post-embryonnaires déjà évolués du parasite.

Par contre, les jeunes stades de *Prospaltella* nous échappent, l'hôte n'apparaissant comme typiquement parasité (téguments distendus, coloration rouge à brun foncé), que lorsque la larve du parasite a atteint une certaine taille. Aussi, pour préciser cette fraction d'individus, nous avons préféré à la dissection de l'hôte, utilisée pour les parasites de *Q. perniciosus* (Bénassy, 1958 d), le montage des femelles de *P. pentagona* apparemment saines, entre lame et lamelle dans le liquide de Faure.

Observées au microscope, après éclaircissage et au fort grossissement, de telles préparations permettent de reconnaître la présence de jeunes larves du parasite en place dans leur hôte, mais celle des œufs est plus difficile à déceler.

Pourtant, si ces deux procédés (comptage et montage) se complétant l'un l'autre, nous donnent une mise au point correcte du cycle de l'insecte, ils n'en permettent pas un contrôle rigoureux. Nous avons obtenu ce dernier en 1955 en fin de saison à Saint-Genis-Laval, par un essai de piégeage destiné à contrôler l'activité des adultes et à nous renseigner également sur la dispersion proche de *Prospaltella*.

Cette méthode nous a été suggérée par la disposition précise des lieux où s'effectuaient nos relevés dans le 1er point d'observation situé quartier des Barolles à Saint-Genis-Laval : mûriers fortement contaminés plantés en ligne dans une prairie au voisinage d'un verger de pêchers également attaqués.

Une distance de 7 m sépare le premier mûrier fortement encroûté de la plantation voisine de pêchers, également contaminée et placée, par rapport au mûrier, sous le vent dominant. Cette proximité, jointe aux

possibilités, relevées par différents auteurs (QUAYLE, 1916 ; MATHYS, 1953), de dispersion des néonates de divers Coccides par le vent, nous ont enclin à penser qu'un tel mûrier devait être responsable, dans des limites restant à préciser, de la contamination initiale des pêchers. Comme *Prospaltella*

FIG. 18. — Dispositif expérimental destiné à piéger les adultes de *P. berlesei* dès leur éclosion sur mûrier. Saint-Genis-Laval 1955. (Cliché, H. BIANCHI).

existait au contact de son hôte, sur les deux espèces végétales, le même type de transport jouait vraisemblablement un rôle important dans la dispersion à quelque distance de l'adulte, en assurant tout au moins la phase purement passive de sa propagation.

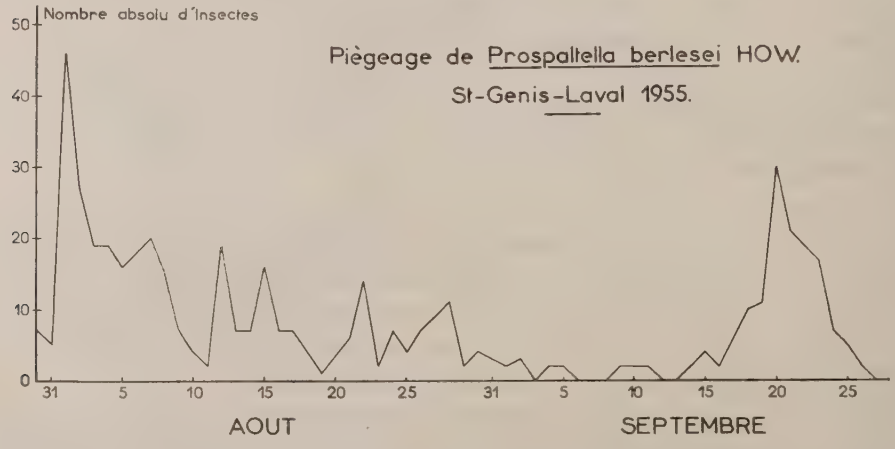


FIG. 19. — Nombre total d'insectes recueillis du 1er août au 30 septembre 1955, au moyen de piquets englués disposés sur 3 demi cercles concentriques, distants respectivement de 7, 14, et 21 m du mûrier.

Nous avons donc placé sous le vent dominant, des piquets de 2 m de hauteur, disposés en quinconce sur trois cercles concentriques et distants respectivement du mûrier de 7, 14 et 21 mètres (fig. 18). La face opposée au mûrier était peinte en blanc, puis recouverte d'une mince

couche de glue. Cette dernière soumise aux intempéries devait être renouvelée fréquemment, tous les 4 ou 5 jours environ. Le dénombrement des adultes englués de *P. berlesei* contrastant sur le fond clair des piquets s'effectuait chaque jour durant les sorties. Parallèlement les conditions microclimatiques locales (température et hygrométrie) étaient enregistrées. Cette méthode donne des résultats précis (fig. 19) mais elle s'avère d'un emploi délicat vu la petitesse des insectes [1].

B. — Etude écologique de Prospaltella berlesei HOW. dans le Lyonnais.

a) **Les points d'observation.**

a_1. — LEURS CARACTÉRISTIQUES : Dans toute la région lyonnaise où *P. berlesei* existe de place en place, nous nous sommes attachés à connaître l'importance pratique du parasite, soit dans les lieux où il existe déjà, soit dans des points où artificiellement nous l'avons introduit. Au cours de cette étude nous avons rencontré également le parasite *A. proclia*, mais son action est pratiquement négligeable contrairement à ce que nous observerons ultérieurement dans la région méditerranéenne.

Ces deux préoccupations nous conduisent à répartir nos diverses observations de la manière suivante :

— D'une part, sur des mûriers, contaminés par la Cochenille elle-même parasitée, et disposée des deux façons distinctes suivantes :

— arbres de plein vent, isolés ou groupés par 2 ou 3, et disséminés depuis Lyon jusqu'à Valence sur les deux rives de la Vallée du Rhône.

— arbres groupés en deux points au lieudit « les Barolles » à Saint-Genis-Laval.

Il s'agit là, dans un premier cas, d'arbres de plein vent, disposés en ligne dans une prairie et dans le 2e cas, d'arbres plantés très serrés, en ligne également, abrités à l'Est et au Nord par un mur de clôture.

— D'autre part, sur des mûriers et des pêchers dans un foyer limité de *P. berlesei*, créé dans le jardin du laboratoire à Saint-Genis-Laval, (BÉNASSY, 1954).

a_2. — *Étude directe de l'efficacité du parasitisme* : DANS LA VALLÉE DU RHÔNE. — Des 20 points d'observation primitifs envisagés au printemps 1954, nous en avons retenu 12 par la suite, certains mûriers ayant été détruits par leur propriétaire. Ils sont visités au printemps, puis à l'automne. Dans les deux cas, la population hôte et parasite est comparable du point de vue stade évolutif. Sur l'aspect automnal des populations nous pouvons juger l'efficacité réelle de *P. berlesei*.

Les résultats des observations faites du printemps 1954 au printemps 1955 inclus, sont groupés dans le tableau X. Sur l'ensemble des douze mûriers observés, neuf hébergent d'une façon continue *P. berlesei*,

[1] Néanmoins, elle a été menée à bien par M. H. BIANCHI, à qui avait été confié le soin de l'expérimenter.

mais l'importance numérique de celui-ci, par rapport à son hôte, reste toujours limitée.

TABLEAU X

Présence et importance vis-à-vis de son hôte, P. pentagona, *de* Prospaltella berlesei *dans la vallée du Rhône.*

Mûrier n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Printemps 1954 :												
CV	550	3085	800	975	571	516	816	530	281	54	551	627
CM	695	2472	690	440	412	607	651	470	460	386	449	373
PV	—	457	14	75	15	301	26	—	152	290	—	—
PM	—	174	2	15	2	79	7	—	105	278	—	—
Automne 1954												
CV	837	669	647	599	766	357	783	869	948	834	902	870
CM	161	99	192	180	94	145	115	131	52	121	96	130
PV	2	224	148	272	232	440	92	—	—	134	2	—
PM	—	8	13	49	18	58	10	—	—	11	—	—
Printemps 1955												
CV	818	666	814	660	736	700	788	940	274	516	824	942
CM	118	128	136	164	124	150	126	60	224	142	176	58
PV	88	190	38	194	208	134	132	—	528	362	—	—
PM	6	16	12	4	12	16	6	—	52	44	—	—

CV = Cochenilles vivantes ; CM = Cochenilles mortes ; PM = Parasites morts ; PV = P. vivants.

A SAINT-GENIS-LAVAL : Les observations successives faites en cette localité suivant la même technique, sont groupées dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Présence et importance vis-à-vis de son hôte, P. pentagona, *de* Prospaltella berlesei *à St-Genis-Laval.*

Mûrier N°	Automne 1954				Printemps 1955			
	CV	CM	PV	PM	CV	CM	PV	PM
1	884	116			722	240	38	
2	520	52	408	20	446	90	422	42
3	976	186	218	20	410	280	220	86

Mûrier N°	Automne 1955				Printemps 1956			
	CV	CM	PV	PM	CV	CM	PV	PM
1	394	542	1494	177	0	1139	115	1054
2	18	341	1112	90	0	299	249	859
3	57	318	1658	168	0	366	46	1856

Avec : CV = Cochenilles vivantes ; CM = Cochenilles mortes ; PV = Parasites vivants ; PM = Parasites morts.

Malgré les conditions microclimatiques particulières entourant les divers mûriers, conditions qui influencent l'importance du parasitisme

par *P. berlesei* (Bénassy, 1957), il apparaît que ce dernier, même localement, s'avère inefficace dans la limitation des pullulations de *P. pentagona*. Si la présence sur le même hôte d'*Aphytis proclia* WLK, constatée sur un mûrier à l'automne 1955, pourrait, dans ce cas précis et par un phénomène vraisemblable de compétition, expliquer la non efficacité de *P. berlesei*, pour l'ensemble des autres arbres, le climat doit être à lui seul, l'agent limitant primordial.

Observations effectuées sur le foyer limité de P. berlesei :

Dans ce nouveau foyer de *P. berlesei* nous avons suivi le cycle et l'importance croissante par rapport à son hôte, du Chalcidien afin de connaître la rapidité avec laquelle il lui était possible de limiter les pullulations de la Cochenille.

Entre le 9 juillet et la fin décembre, le taux de parasitisme calculé pour les seuls stades femelles passe de 15 p. 100 à 55 p. 100 avec un maxi-

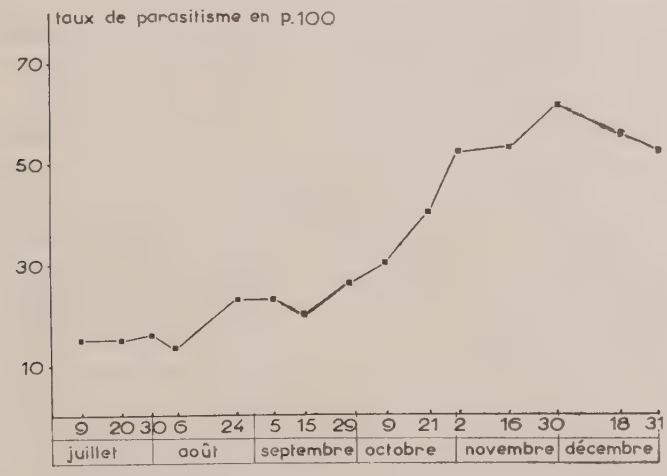


Fig. 20. — Importance numérique de *P. berlesei* vis-à-vis des femelles de *P. pentagona* : évolution du taux de parasitisme exprimé en p. 100 au cours de la période estivale suivant le lâcher de 1952. Mûrier plein vent.

mum de 60 à la fin de novembre (fig. 20). Or, cette augmentation de l'importance de *P. berlesei*, se réalise par paliers successifs, entrecoupés d'une faible baisse du taux apparent de parasitisme : de 15-17 p. 100 durant juillet, celui-ci passe à 13 p. 100, le 6 août ; de 23 p. 100 fin août début septembre, il tombe à 20, le 15 septembre pour atteindre progressivement 52 p. 100, le 3 novembre.

Cette augmentation continue, constatée en fin de saison, est en étroite liaison, semble-t-il, avec l'évolution ralentie de *Prospaltella* durant cette période, car la Cochenille n'apparaît comme typiquement parasitée que lorsque l'Hyménoptère atteint le stade larve à mi-développement. Aussi,

est-il logique de considérer que le 24 septembre, le taux réel de parasitisme avoisine déjà 52 p. 100.

Par la suite, durant tout l'hiver, le taux de parasitisme ne cesse de baisser. Il s'agit du taux apparent, car au cours de cette période, l'hôte et son parasite n'évoluant pas, le taux réel de parasitisme reste constant. Plus tard, il atteint 25 p. 100 le 6 mai 1954, puis il se maintient entre 35 p. 100 et 22,5 p. 100 durant toute la saison, pour augmenter à l'automne et dépasser 40 p. 100.

Au cours de la période hivernale 1954-1955, nous constatons le même phénomène que l'année précédente : diminution progressive de l'importance du parasitisme. Les chiffres relevés en fin d'hiver (25 p. 100, le 18 février 1955) fluctueront peu par la suite ; durant toute l'année le taux de parasitisme avoisinera 30 p. 100.

Dans ce foyer limité créé à Saint-Genis-Laval, il s'est donc avéré que *P. berlesei* après une multiplicaton satisfaisante l'année qui suit son lâcher a manifesté dès la 2e année, une efficacité très réduite comme facteur régulateur des pullulations de son hôte. Notons que chaque année, nous avons relevé la présence d'*A. proclia* à côté de *P. berlesei* ; ce premier parasite a une importance numérique limitée, mais il présente la particularité, le plus souvent en fin de saison, de se développer sur un hôte lui-même parasité par de jeunes stades de *P. berlesei*. Ce dernier vis-à-vis des individus de sa propre espèce, manifeste de même une possibilité de compétition. Nous avons observé quelques cas où la même cochenille renfermait 2 et 3 larves soit de taille identique, soit à des stades variés d'évolution. Mais si des cas isolés de compétition inter ou intraspécifique existent localement pour la possession du même hôte, ils ne peuvent expliquer le manque général d'efficacité de *P. berlesei*, constaté dans tout le foyer.

L'ensemble des observations réalisées à ce jour dans les divers points, tend donc à confirmer que le climat à lui seul limite l'efficacité parasitaire de *Prospaltella* dans le Lyonnais en entravant sa multiplication, par une action soit sur son cycle, soit sur sa mortalité naturelle.

b) **Variations du cycle évolutif de P. berlesei.**

L'étude fut faite en partant du lâcher de *P. berlesei* effectué au cours de l'été 1952, sur mûriers à Saint-Genis-Laval où dès le 23 septembre nous observons de vieilles larves et des nymphes du parasite dans les femelles de l'hôte. Les 4, 12 et 27 mai 1953 nous notons la présence constante de *Prospaltella*. Les jeunes femelles de la Cochenille hébergent de toutes jeunes larves du parasite le 9 juillet. L'évolution rapide de ces dernières (fig. 21) entraîne l'apparition durant les premiers jours d'août, des adultes les plus précoces de *Prospaltella*, parallèlement à la

manifestation chez l'hôte des premières néonates de la 2e génération. C'est en effet, une population hétérogène où dominent à la fois les nymphes prêtes à éclore et les adultes, qui s'observe le 5 août. La présence parallèle d'œufs et de jeunes larves à cette date témoigne chez le parasite d'une ponte immédiate.

Les conditions climatiques de ce mois d'août, semblables à celles réalisées en juillet, entraînent pour *Prospaltella* une évolution du même type. Une nouvelle éclosion d'adultes échelonnée jusqu'à la fin du mois, débute entre le 8 et le 15 septembre. La ponte en résultant, jointe à l'évolution ralentie en fin de saison donnent cette augmentation progressive du stade « jeune larve », puis son maintien au-dessus de 50 p. 100, constaté dans la population-hôte, jusqu'au 21 octobre. Les « larves mûres »

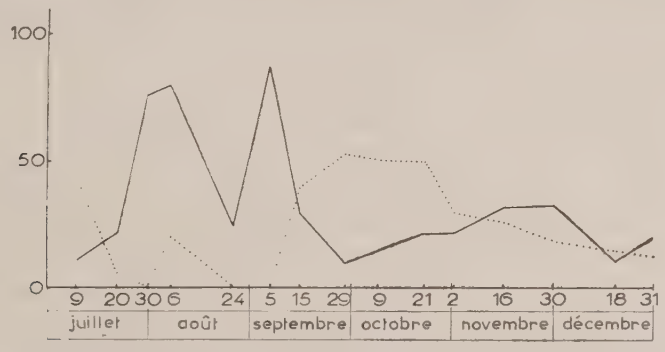


FIG. 21. — Variations du pourcentage de nymphes et de jeunes larves dans l'ensemble de la population de *P. berlesei* au cours de l'été et de l'automne 1953. Mûrier plein vent. En trait plein : nymphes — en trait pointillé : jeunes larves.

représentent le stade hivernant, qui constitue le 21 octobre 30 p. 100 de l'ensemble de la population, puis oscille de la mi-décembre 1953 à la mi-février 1954 entre 70 et 80 p. 100 ; sur pêcher également, ce stade constitue à la mi-janvier, 92 p. 100 de l'ensemble de la population vivante de *Prospaltella*.

En 1953, pour la période d'observations, nous avons donc constaté l'apparition successive de deux générations nettement individualisées de *P. berlesei* : la première dans les premiers jours d'août, la deuxième durant la première quinzaine de septembre. Mais l'importance relative des jeunes stades (43 p. 100) dans le dénombrement effectué le 9 juillet, permet d'envisager la sortie d'une génération printanière courant juin. Les dates en sont précisées en 1954.

Au cours de la deuxième quinzaine de février 1954, le parasite reprend le cours de son évolution : les larves hivernantes muent. Dans les comptages ultérieurs, le pourcentage de nymphes va croissant pour atteindre 80 p. 100 au 1er avril, l'ensemble des jeunes stades retrouvés se maintenant au-dessous de 5 p. 100. En mai, la baisse progressive du pourcen-

tage de nymphes précède l'observation d'adultes de *Prospaltella* en train d'éclore le 22 mai. Depuis cette date jusqu'au 15 juin, cette baisse continue du stade nymphal se double d'une importance croissante des jeunes stades larvaires. L'ensemble de ces observations situe la sortie printanière de *P. berlesei* au cours de la dernière décade de mai ; sur pêcher la sortie, plus précoce, s'échelonne du 15 à la fin mai. Or, cette sortie groupée dans le temps coïncide avec la manifestation chez l'hôte des néonates et des premiers stades larvaires de la 1e génération. Comme le parasite présente une tendance marquée en élevage expérimental à ne pas déposer ses œufs dans les tout jeunes stades de son hôte, une légère discordance se manifeste donc à cette période de l'année entre l'apparition du parasite et la présence à l'extérieur des stades hôtes favorables à la ponte.

Par la suite, du début juillet à la mi-octobre, des sorties massives de *Prospaltella* se manifestent successivement : au cours de la première décade

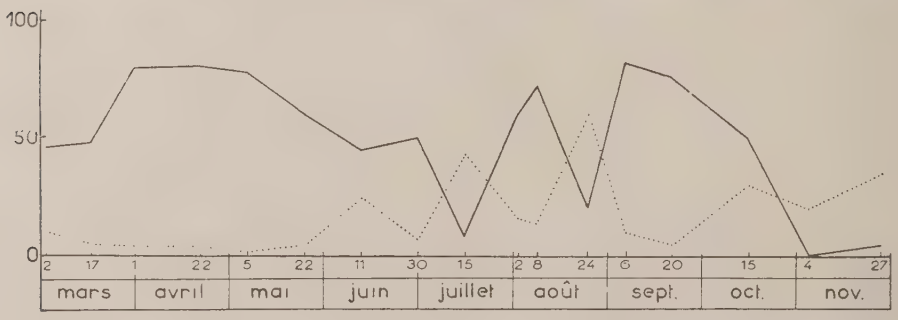


Fig. 22. — Évolution de *P. berlesei* durant l'année 1954, exprimée par les variations du pourcentage de nymphes et de jeunes larves dans l'ensemble de la population. Mûrier plein vent. En trait plein : nymphes. — en trait pointillé : jeunes larves.

de juillet, puis durant la deuxième d'août, enfin du 20 septembre au 10 octobre environ (fig. 22). Elles sont accompagnées par une augmentation sensible du nombre des jeunes stades larvaires visibles dans l'hôte. Pour la période considérée, elles sont donc le début de 3 générations nettement distinctes. Cependant, l'observation directe permet de constater une sortie pratiquement ininterrompue d'adultes durant tout l'été et le début de l'automne. Dès la fin octobre, le stade larve mûre représente 80 p. 100 de la population vivante de *Prospaltella*.

L'évolution du parasite sur mûrier en 1955 rappelle en tous points celle observée en 1953 : les sorties successives des 4 générations de *Prospaltella* se manifestent dans la dernière quinzaine de mai pour la première, fin juin, début juillet pour la seconde, au cours de la première quinzaine d'août pour la troisième, du 15 au 25 septembre environ, pour la génération hivernante. De plus, la piégeage effectué du 1er août au 30 septembre (fig. 19) confirme l'existence des 2 dernières générations, comme la présence continue d'adultes pendant l'été.

Durant ces 3 années d'observations, l'évolution de *P. berlesei* reste donc comparable : apparition successive de 4 générations, dont les dates d'éclosion, peu modifiées pour les 3 premières, s'échelonnent sur plus d'un mois à l'automne pour la génération hivernante.

Or, les caractéristiques climatiques des années 1953 et 1955 sont voisines l'une de l'autre pendant toute la période de végétation. Ces années se présentent comme plus chaudes et plus humides qu'une année normale.

En 1953, la température mensuelle moyenne est inférieure à la normale avec 17° en juin (— 0,8°), mais elle lui reste supérieure jusqu'en fin de saison où se situent les écarts les plus importants (+ 2,1° en septembre, + 2,5° en octobre) correspondant aux moyennes mensuelles de 18°C et 13,4° respectivement. La courbe représentative de l'hygrométrie relative de l'air reste supérieure à la normale, si l'on excepte la moyenne de septembre (68 p. 100), inférieure de 4 p. 100 à la normale.

Plus chaude et plus humide que l'année 1953, 1955 se caractérise par une température moyenne dépassant la normale tout au long de la saison. En automne, les écarts vis-à-vis de la normale sont moins marqués qu'en 1953, avec 16,8° en septembre (+ 0,8°) et 11,2° en octobre (+ 0,3°). L'hygrométrie moyenne se maintient au-dessus de 70 p. 100 depuis juin.

Des données climatiques plus atténuées se manifestent en 1954. Exception faite de la température moyenne de juin (19,1°) supérieure (+ 1,3°) à la normale, la courbe représentative de la température reste au-dessous de la normale jusqu'en août. Mais l'automne, comme les deux autres années, est plus chaud. Parallèlement, l'hygrométrie reste toute la saison, supérieure à la normale. D'août à fin octobre, elle dépasse celles réalisées les autres années. Vis-à-vis d'une année normale, l'année 1954 est donc moins chaude, mais plus humide.

Ces données climatiques des 3 années, différentes les unes des autres et s'éloignant toutes plus ou moins de la normale, n'ont donc pas modifié le cycle évolutif de *P. berlesei*, tout au plus ont-elles décalé les dates d'apparition des générations successives. C'est le cas à l'automne 1954, où les températures moyennes de juillet (19,1°) et d'août (19,2°) ont entraîné à l'automne une éclosion tardive et échelonnée des adultes issus de la troisième génération.

Le cycle évolutif typique de *Prospaltella* dans le Lyonnais, comporte donc quatre générations. Les premiers adultes visibles au printemps, n'éclosent pas avant la mi-mai.

C. — Étude écologique de P. berlesei et du coparasite A. proclia à Antibes

a) Position du problème.

L'étude destinée à préciser l'évolution du parasitisme dans la région méditerranéenne a été poursuivie au Cap d'Antibes sur des mûriers où *P. pentagona* est normalement parasitée par *P. berlesei*.

Durant l'année 1955, nous avons procédé à des observations sur le parasitisme sous de grandes cages recouvertes de toile métallique à mailles fines, coiffant les pieds de mûriers conduits sous forme buissonnante. Tout au long de l'année, la forte contamination de *P. pentagona* s'y maintient malgré la présence en mélange de *P. berlesei* et d'*A. proclia*.

L'importance pratique de chaque parasite par rapport à son hôte passe par un minimum durant la période estivale : environ 18 p. 100 des femelles de *P. pentagona* sont attaquées par *P. berlesei* et 2 p. 100 seulement par *A. proclia*. Au cours des trois autres saisons, le nombre de femelles parasitées par *P. berlesei* et par *A. proclia* oscille respectivement entre 25 et 40 p. 100 pour le 1er, 20-25 p. 100 pour le deuxième. Il en résulte sur les femelles des cochenilles un taux de parasitisme total variant de 50 à 60 p. 100 environ. Malgré son importance, sous de telles conditions climatiques, le parasitisme n'apporte donc aucune limitation notable des pullulations.

En 1956, par suite de modifications, les grandes cages sont démontées laissant les mûriers soumis à l'influence des seules conditions naturelles de la région. La forte densité de cochenilles relevée, en début de saison, va en diminuant ; à l'automne la Cochenille a pratiquement disparu. L'importance totale du parasitisme par les deux Hyménoptères s'y maintient durant toute l'année entre 40 et 65 p. 100 avec un chiffre variant de 25 à 40 p. 100 pour *P. berlesei*, de 20 à 25 p. 100 dans le cas d'*A. proclia*.

Comme le cycle de l'hôte, nous l'avons vu, est identique dans les deux milieux (extérieur et sous cage), il est possible d'interpréter la régression observée de la Cochenille, comme due aux nouvelles conditions. Du fait de la présence des deux parasites, celles-ci agissent, soit en favorisant la multiplication directe de *Prospaltella*, soit en limitant celle d'*Aphytis*.

b) **Étude de l'activité de P. berlesei.**

b_1. Sous cage en 1955. — Les comptages de fin décembre 1954 font apparaître une population parasite dont 50 p. 100 des individus ont atteint le stade nymphal. Cette proportion augmente durant les trois premiers mois de l'année 1955 ; elle atteint 88 p. 100, le 21 mars et se maintient au-dessus de 80 p. 100 durant avril. L'éclosion des premiers adultes se situe fin avril début mai et les sorties se prolongent jusqu'à la fin du même mois. Elles coïncident avec la présence chez l'hôte des jeunes stades (larves mobiles, premiers stades). La date d'apparition de ces adultes est donc à souligner : elle rappelle celle observée dans le Lyonnais où, comme ici, nous constatons l'existence à cette période de l'année d'une légère discordance entre la présence de *P. berlesei* et celle, chez son hôte, des stades favorables à la ponte. De plus, l'évolution ultérieure

du parasite est identique à celle relevée dans le Lyonnais. Les trois sorties se manifestent successivement, fin juin début juillet, au cours de la première décade d'août, depuis le 10 jusqu'à la fin septembre. L'éclosion échelonnée d'un nombre variable d'adultes observée durant tout l'été traduit le chevauchement de ces trois générations.

En décembre, la population parasite atteint son stade hivernant : 75 p. 100 des individus vivants sont à l'état nymphal.

A cette même période, à côté de *P. berlesei* et des larves matures d'*A. proclia*, nous remarquons la présence de nymphes d'*Azotus perspeciosus* Gir. (1). Cet Hyménoptère présente la particularité de se développer à la fois comme parasite primaire endophage dans les femelles de *P. pentagona* et comme ectophage sur les larves matures d'*A. proclia* où il joue le rôle de parasite secondaire. Dans le même genre, Mesnil (1949) cite un cas voisin pour une espèce indéterminée d'*Azotus*. A l'automne, l'auteur l'observe comme parasite secondaire externe, soit sur les larves matures de sa propre espèce, soit sur celle d'*Aphytis mytilaspidis* Le Baron. Chez *A. perspeciosus* tous les individus se développant comme parasites secondaires, donnent naissance à des mâles ; la descendance femelle est assurée par des individus évoluant comme parasites primaires dans le corps des femelles de *P. pentagona*.

Des faits analogues ont été signalés antérieurement, puis étudiés pour diverses espèces du genre *Coccophagus* par Flanders (1937).

b_2. A l'extérieur en 1956. — En mars 1956, dès le début du mois, parmi les nymphes ayant hiverné, les premières commencent à se pigmenter fortement : elles éclosent vers le 15 mars environ. Cette sortie est précédée en éclosoirs par celle des 1ers adultes dès le 9 mars. Cependant, au cours de la période allant du 20 mars au début avril se situe la sortie maxima. Elle coïncide avec la présence chez l'hôte des femelles hivernantes ayant repris leur activité, mais chez qui l'ovogénèse n'est pas encore achevée. Cette sortie précoce donne aux adultes de *P. berlesei* la possibilité de limiter la descendance de leur hôte en supprimant, en totalité ou en partie, la ponte chez les femelles parasitées. Complétant cette éclosion printanière du Chalcidien, nous retrouvons tout au long de l'année, à des périodes identiques, les 4 sorties successives notées en 1955. A l'extérieur, dans ce type de région, il apparaît donc cinq sorties massives de *P. berlesei* durant l'année.

Ces observations confirment celles réalisées par Berlese (1910), qui note une sortie continue de parasites, depuis mars avril jusqu'à novembre, une telle sortie échelonnée provenant du chevauchement des 5 générations successives.

(1) Je remercie bien vivement M. Ch. Ferrière, Directeur du Service Européen d'Identification, qui s'est chargé de la détermination.

c) Étude de l'activité d'*A. proclia*.

Nous avons suivi l'évolution de ce parasite ectophage parallèlement à celle de *Prospaltella* dans les mêmes conditions.

c_1. Sous cage en 1955. — Fin décembre 1954, nous retrouvons l'ensemble des individus au stade larve mûre. L'évolution continue de la population parasite constatée durant les mois de janvier, février, mars 1955 amène l'éclosion des premiers adultes d'*Aphytis*, fin mars ; elle se poursuit jusqu'au 15 avril environ. S'attaquant exclusivement aux femelles adultes, *A. proclia*, dès son éclosion trouve un hôte favorable à la ponte. Selon la date de son apparition nous notons les œufs, le plus souvent isolés, quoique des cas de 2 ou 3 œufs pondus sur une même femelle s'observent fréquemment, répartis sur toutes les femelles, depuis les jeunes jusqu'aux pondantes.

Le cycle ultérieur de l'Hyménoptère rappelle celui observé lorsque le parasite se développe sur *Q. perniciosus* dans le bassin méditerranéen (Bénassy, 1958 d). Nous notons donc également aux dépens de *P. pentagona*, deux sorties successives d'adultes d'*A. proclia* durant la seconde moitié de l'année. Ils se manifestent fin juin, début juillet, puis fin août, début septembre. Pourtant le chevauchement des générations amène une sortie pratiquement continue d'adultes à partir de juillet. En novembre, la population atteint son stade hivernant.

c_2. A l'extérieur en 1956. — En janvier 1956, quelques individus isolés du parasite reprennent leur évolution ; des larves mûres muent, mais le pourcentage de nymphes dans l'ensemble vivant de la population d'*Aphytis* se maintient entre 10 et 15 p. 100 jusqu'à la fin février pour augmenter par la suite d'une manière rapide et continue jusqu'à la fin mars. La présence d'œufs dans les comptages postérieurs à cette date, jointe à la brusque diminution de l'importance des nymphes, permet de situer la sortie des adultes à la même date que l'année précédente. Par la suite une nouvelle éclosion d'*Aphytis* se manifeste vers la fin juin. Lui fait suite une autre sortie d'adultes très étalée à partir de la fin août.

Ainsi, les conditions climatiques différentes caractérisant le milieu dans lequel évoluent les deux parasites au cours des années 1955 et 1956 n'ont donc pas modifié le cycle d'*A. proclia*, à l'inverse de ce que nous avons noté pour *P. berlesei* où nous voyons se manifester à l'extérieur cinq générations successives et seulement quatre sous abri.

Or, cette modification du cycle chez *P. berlesei* intervenant au printemps, nous avons recherché s'il existe une corrélation entre les conditions climatiques du 1er trimestre des deux années d'observation et l'évolution particulière des deux Chalcidiens.

d) Conclusion.

En 1956, les conditions climatiques des mois de janvier (température moyenne : + 9,8°), février (température moyenne : + 4° avec des minima atteignant à 0,40 m du sol : — 10,1° le 1/2) maintiennent la population *P. berlesei* au stade nymphal, le stade hivernant. L'action du réchauffement constaté fin février, début mars (température moyenne de la dernière décade de février : + 7,5° ; de la première de mars : +9,9°) se traduit par la reprise de l'évolution du parasite ; les nymphes se pigmentent et les premiers adultes se manifestent le 15 mars.

Par contre l'année précédente, sous cage pour des moyennes de température supérieures à l'extérieur à celles de 1956 (janvier, température moyenne : + 10,9° ; février : + 9,5° ; mars : + 10,2°) le stade hivernant

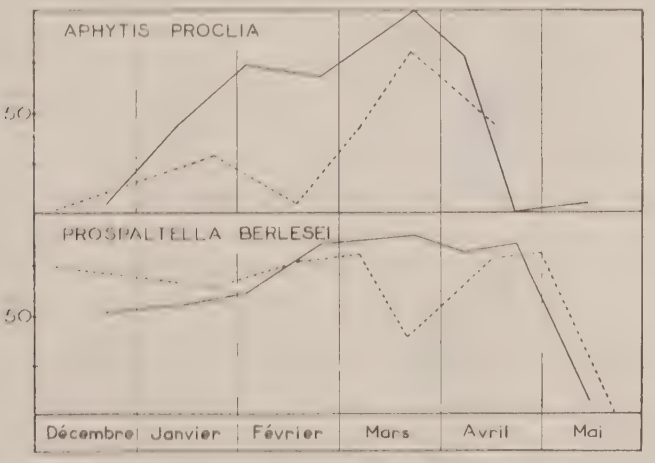


FIG. 23. — Évolution printanière comparée de *P. berlesei* et d'*A. proclia*, à l'air libre (1956) et sous abri (1955) exprimée par les variations du pourcentage de nymphes dans l'ensemble de la population des 2 parasites. — en trait plein : année 1954-1955 ; — en trait pointillé : année 1955-1956.

de *Prospaltella* se prolonge jusqu'à la fin avril, les premiers adultes apparaissent à cette date. Si dans le premier cas, le seuil de développement est atteint très rapidement dès le réchauffement général constaté fin février nous devons conclure qu'en 1955, la présence de l'abri a retardé de plus d'un mois le début d'une nouvelle évolution. Sous ce type d'abri, le milieu ambiant réagit donc aux variations extérieures avec un retard important capable dans le cas présent de modifier le cycle de l'insecte (fig. 23).

Il n'en est rien chez *A. proclia* où l'éclosion des adultes au printemps a lieu, les deux années, à la même date. Cependant l'évolution de la population du parasite s'avère différente dans les deux cas (fig. 23). En 1955, depuis la fin décembre jusqu'en mars, nous notons une augmentation constante de l'importance du stade nymphal. Les conditions réalisées sous abri permettent donc une évolution lente, mais réelle du parasite.

A l'extérieur au cours des mois de décembre 1955, janvier, février 1956, la population *Aphytis* n'évolue pratiquement pas, elle se maintient au stade hivernant, mais le brusque réchauffement noté dès la fin février, amène parallèlement la transformation des larves mûres en nymphes, puis l'éclosion des adultes vers la fin du mois de mars.

Les différences observées entre les réactions des deux parasites aux mêmes conditions climatiques peuvent donc tenir à la fois aux modalités du parasitisme de chacun, à leurs exigences écologiques, comme à leur stade hivernant.

En effet, *A. proclia* vit en ectophage sur les femelles de son hôte et, sous leur bouclier, il hiverne comme larve mûre. Par contre *P. berlesei* parasite endophage, dont la nymphe constitue le stade hivernant, peut être assimilé à l'intérieur des téguments distendus de son hôte à la nymphe d'un hyménoptère braconide dans son cocon. Ce dernier étudié chez *Microplecton fuscipennis* (Ullyett, 1936), joue un rôle de régulateur du microclimat de la larve, particulièrement net dans le cas de l'hygrométrie, et beaucoup moins pour la température. Aussi, les variations extérieures sont-elles transmises au milieu interne rapidement. Ces modalités différentes du parasitisme ne sont donc pas responsables à elles seules des observations faites sur l'évolution comparée des deux Chalcidiens ; chez ces derniers, leurs exigences écologiques propres peuvent entraîner une évolution différente, car les variations climatiques ressenties parallèlement par les deux Hyménoptères peuvent déterminer la reprise d'évolution chez l'un à l'exclusion de l'autre, comme une vitesse de développement non identique. Or, sous conditions constantes (température : 25-26°C ; H. R. 70 p. 100), la durée du cycle est moindre chez *A. proclia* (20-21 jours) que chez *P. berlesei* (27-28 jours). Aussi, à stade hivernant identique, *A. proclia* doit-il apparaître plus tôt que *P. berlesei*. C'est ce qui se produit effectivement en 1955 sous abri, où les conditions de température permirent le développement d'*A. proclia* sans évolution apparente de *P. berlesei*. Ceci nous confirme donc les exigences écologiques différentes des deux parasites : *A. proclia* possèderait un seuil de développement inférieur à celui de *P. berlesei*.

Par contre, les faits observés en 1956, sont dus avant tout à la différence des stades hivernants des deux Hyménoptères. Les températures moyennes faibles des deux premiers mois maintiennent *A. proclia* au stade larve mûre, et *P. berlesei* au stade nymphe. Et, le brusque réchauffement enregistré fin février, début mars, s'il permet le passage d'*A. proclia* au stade nymphal, est responsable parallèlement de l'éclosion des adultes de *Prospaltella*.

Dès lors, il est logique de penser qu'en année normale il se produit à l'extérieur une évolution continue d'*A. proclia* au cours des mois de janvier et de février, évolution aboutissant à l'observation des premiers

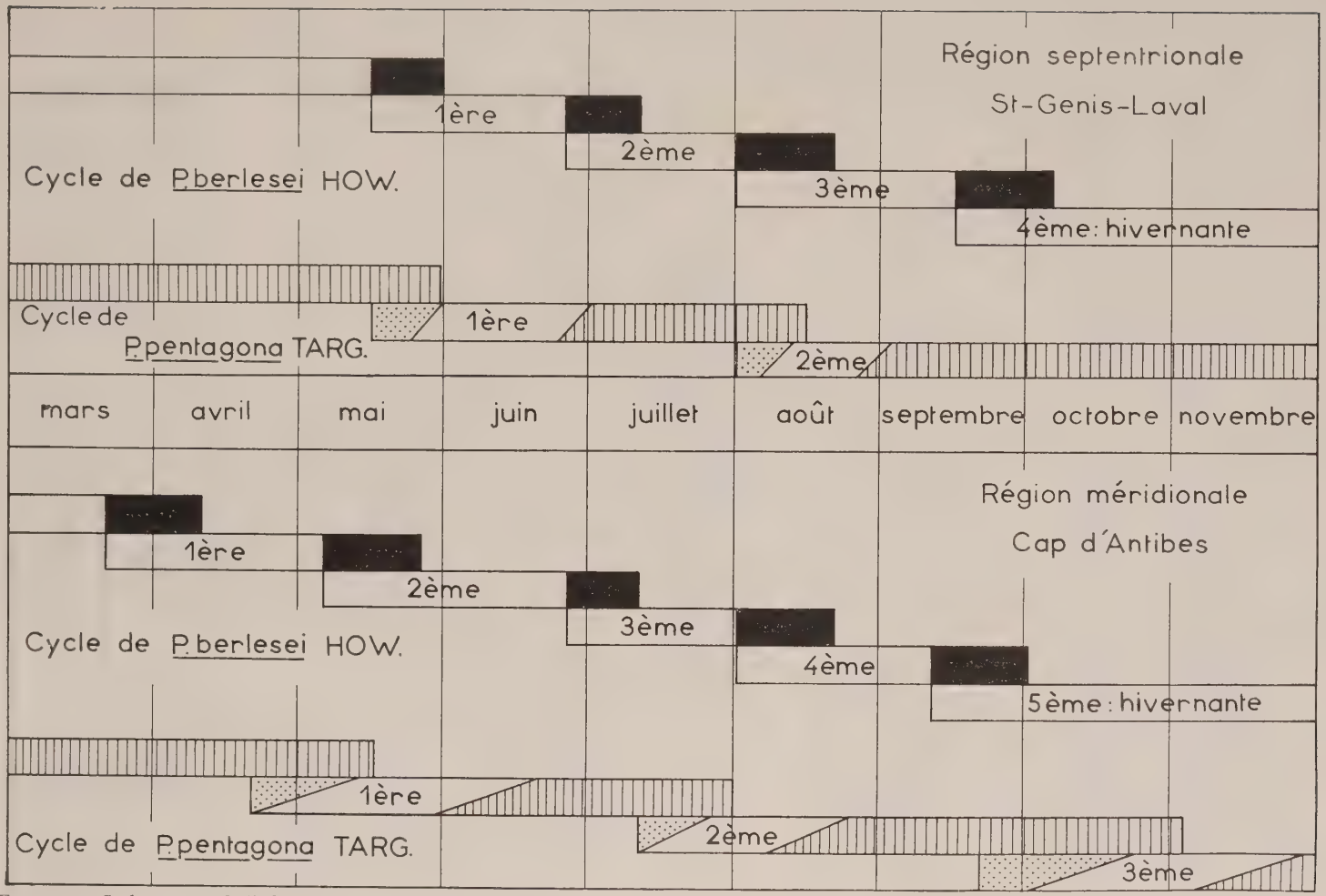


FIG. 24. — Cycle comparé de *P. berlesei* par rapport à celui de son hôte dans les deux zones d'observation : région méridionale (Cap d'Antibes) et Lyonnaise (Saint-Genis-Laval). — Cycle du parasite : en noir : période d'activité des adultes. — Cycle de la Cochenille : en pointillé : stade « larves mobiles » — en blanc : « jeunes stades fixés » — en hachurée : stades « femelle ».

adultes au plus tôt, début mars. Cette éclosion est alors parallèle à celle de *P. berlesei*.

Aussi doit-on attribuer la régression de la Cochenille constatée au cours de l'année 1956, essentiellement à la modification du cyle de *P. berlesei*, puisque parallèlement le parasite capable d'entrer en compétition avec lui possède les deux années, une évolution identique. La génération supplémentaire de *P. berlesei*, apparue dès le début mars en 1956, est donc de première importance comme agent limitant les pullulations de la Cochenille. En l'absence de cette génération précoce de *P. berlesei* la Cochenille se multiplie activement.

C'est précisément le cas dans la région lyonnaise. Si nous comparons l'évolution de *P. berlesei* par rapport à celle de son hôte dans les deux régions intéressées (fig. 24), nous observons que les *pullulations de la Cochenille sont corrélatives de l'absence de cette première génération précoce du parasite.*

Nous nous sommes donc attachés à connaître les caractéristiques de cette génération printanière par une étude biologique.

II. — ESSAI D'INTERPRÉTATION : DONNÉES NOUVELLES SUR LA BIOLOGIE DE PROSPALTELLA BERLESEI HOW

Ce qui conditionne avant tout l'efficacité parasitaire réelle de l'Hyménoptère est le nombre de descendants éclos à partir de la ponte d'une seule femelle. Si par dissection des adultes à l'éclosion, puis comptage des œufs mûrs présents dans les organes génitaux nous évaluons le potentiel ou capacité théorique de ponte de chaque individu, nous n'obtenons là qu'un premier élément de cette efficacité parasitaire, car les « œufs possibles » doivent être pondus et la descendance assurée. Ces 3 phases, successives, divers facteurs tant biologiques que climatiques peuvent contribuer, chacun à leur manière, à les modifier. Pour les analyser, puis les étudier indépendamment les uns des autres, nous avons recherché une méthode d'élevage du parasite et procédé aux études anatomiques indispensables : celle des organes génitaux de l'adulte.

A. — Méthode adoptée pour les élevages expérimentaux.

L'élevage de l'hôte étant assuré sur tubercule de pomme de terre à 26-27°C pour une humidité relative de 70 à 80 p. 100, celui de son parasite spécifique ne présente aucune difficulté. Chaque boîte plastique constitue une cage indépendante où sont introduits dès leur éclosion les adultes de *Prospaltella* : la ponte est alors immédiate dans les deuxièmes stades femelles ou les jeunes femelles.

Aux conditions constantes de l'élevage, l'hôte étant le deuxième stade femelle ou la jeune femelle venant juste de muer, la durée du développement de *P. berlesei* se répartit ainsi : 14 jours depuis la ponte jusqu'à la manifestation du parasitisme chez l'hôte par l'apparition des téguments distendus. Cette période concerne l'incubation de l'œuf, son éclosion et le début de développement de la larve. La phase suivante allant jusqu'à la formation de la jeune nymphe, demande 7 jours environ. C'est également la durée du stade nymphal. Aussi, *P. berlesei* en élevage sous conditions fixes (température 25-26°C, 70 p. 100 H. R.) demande-t-il 28 jours environ pour accomplir son cycle.

B. — Etude de la ponte et de la descendance.

Dès l'éclosion, l'adulte de *P. berlesei*, est capable de pondre, s'il trouve un hôte à sa portée. Aussi dans toutes les observations réalisées, nous avons procédé avec des Hyménoptères récoltés à l'état nymphal et mis à éclore par lots isolés.

a) Particularités de l'anatomie des organes génitaux.

La disposition des organes génitaux de *P. berlesei* répond à l'organisation générale observée chez la plupart des Hyménoptères (Bernard,

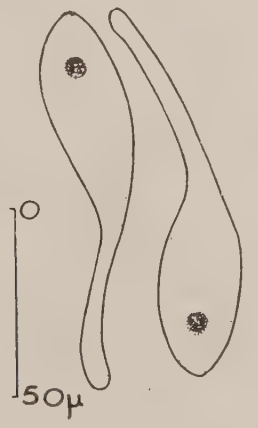


Fig. 25. — Œuf ovarien de *P. berlesei*.

1951), chaque ovaire comprend 4 à 6 gaines ovariques. Dans chaque gaine l'élaboration des ovocytes est méroïstique et l'importance du nombre de cellules nourricières donne un œuf relativement gros, arqué. Il est composé d'un corps antérieur ovoïde et d'une partie postérieure allongée cylindrique en forme de tube, de même longueur que la partie antérieure. Cet œuf est donc du type pédonculé (stalked) dans la classification de Clausen (1940) ; l'ensemble mesure 100µ de long sur une largeur de 20-

25 μ pour la partie antérieure, et de 5 μ environ pour la partie postérieure (fig. 25).

A l'éclosion de l'adulte, l'ovogénèse est très avancée et les gaines sont remplies d'œufs mûrs prêts à être pondus. Seules les extrémités antérieures possèdent encore un nombre réduit d'ovocytes (5 à 10) en phase de maturation.

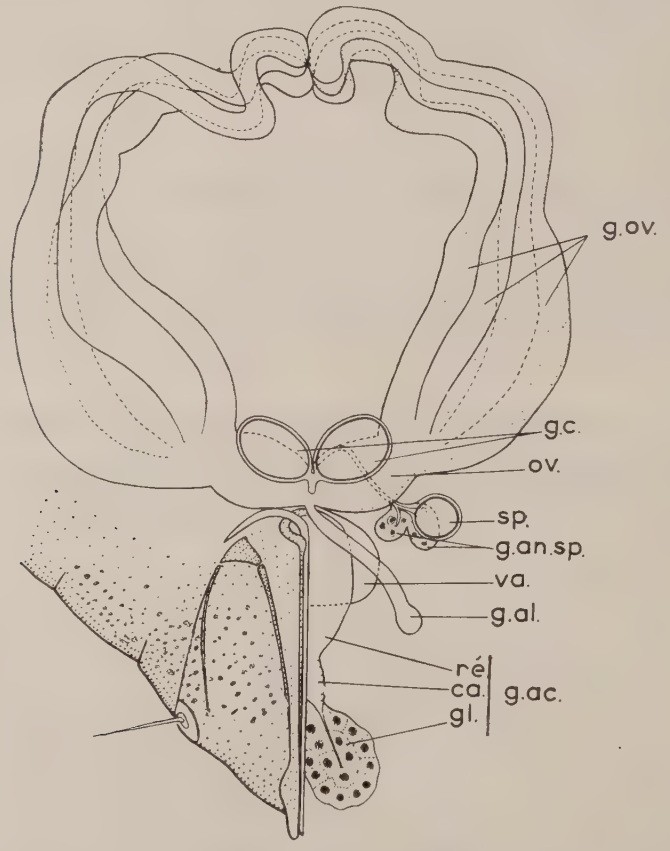


FIG. 26 — Organes génitaux d'une femelle de *P. berlesei*. Dessin semi-schématique, exécuté d'après dissections. g. ov. = gaine ovarique ; ov. = oviducte ; g. c. = glandes collétériques ; sp. = spermathèque ; g. an. sp. = glandes annexes de la spermathèque ; va. = vagin ; g. al. = glande alcaline ; g. ac. = glande acide avec : ré. = réservoir, ca. = canal, gl. = glande proprement dite. A droite, morphologie interne, à gauche, morphologie externe des organes génitaux.

Faisant suite aux gaines ovariques, deux oviductes très courts, débouchent symétriquement en un même point dans le vagin. Coiffant ventralement chaque oviducte, il apparaît d'une façon constante à la dissection, 2 glandes se colorant fortement au carmin acétique (fig. 26). La membrane les recouvrant toutes deux se prolonge en avant pour constituer les parois d'un canal unique, déversoir des deux glandes. L'extrémité de ce canal débouche ventralement dans la région terminale du vagin.

Ces glandes, dont l'activité sécrétrice est mise en évidence par une colorabilité intense au carmin, pourraient être interprétées comme des glandes sébifiques ou collétériques (HENNEGUY, 1904).

Dorsalement, par rapport au vagin se trouve l'aboutissement du long canal de la spermathèque. Cette dernière, ou réservoir séminal, de forme sphérique est transparente, colorée en jaune. Une glande bilobée du type acineux renfermant de gros noyaux fortement colorables au carmin lui sert de glande annexe, dont le réservoir se greffe sur le canal spermatique.

Les glandes à venin sont de deux types :

— la glande alcaline, allongée en forme de doigt de gant, sans organisation cellulaire typique, non colorable au carmin ;

— la glande acide. Elle comprend : la glande proprement dite, du même type que la glande annexe de la spermathèque, acineuse à noyau prenant fortement le colorant ; le canal, déversoir de la glande, et, lui faisant suite, le réservoir dont l'orifice est localisé à la même place que celui de la glande alcaline. Les deux glandes possèdent, en effet, à leur extrémité une partie commune, sur une faible longueur.

b) **Descendance « possible » et descendance réelle.**

b_1. EN PLEIN AIR. — *Répartition dans le temps.* — Pour connaître la capacité de ponte théorique des différents adultes éclos au cours des générations successives, nous avons procédé par dissections.

Si l'on considère juste à l'éclosion le nombre d'œufs, formés dans les organes génitaux des femelles de *P. berlesei*, la répartition de ces dernières par rapport à leur capacité de ponte théorique se caractérise dans les cas envisagés de la façon suivante.

Pour les adultes issus de la génération hivernante et se manifestant fin mai dans le Lyonnais, ou fin mars dans la région méridionale, le polygone de fréquence présente un sommet pour les valeurs comprises entre 90 et 100 œufs avec comme valeurs extrêmes 50 et 150 (fig. 27). Ces adultes sont issus de pontes effectuées dans des hôtes ayant atteint le stade femelle à l'automne.

Les dissections pratiquées sur les adultes de la première génération estivale éclos de jeunes femelles de cochenilles donnent une capacité théorique de ponte chez *Prospaltella* dont le polygone de fréquence présente un sommet pour les valeurs comprises entre 40 et 50 œufs, avec pour valeurs extrêmes les chiffres de 20 et 90 (fig. 27). Durant cette période le polygone de fréquence des adultes développés, non plus dans les femelles de *P. pentagona*, mais dans les 2es stades femelles ou les pronymphes mâles diffère du précédent : le sommet s'avère décalé vers des valeurs moindres, la moyenne s'étageant de 20 à 50 œufs (fig. 27).

D'après ces observations, la génération printanière de *P. berlesei* présente vis-à-vis des générations estivales successives, une capacité théorique de ponte double, et, pour une même génération de cochenille hôte, le stade attaqué possèderait une influence sur la capacité théorique de ponte du parasite.

Répartition dans l'espace. — Au niveau de l'arbre nous avons déjà mis en évidence (BÉNASSY, 1957) qu'il existe une hétérogénéité dans la répartition de *Prospaltella* vis-à-vis de son hôte, soit entre branches voisines d'un même arbre, soit sur une même branche. Cette hétérogénéité

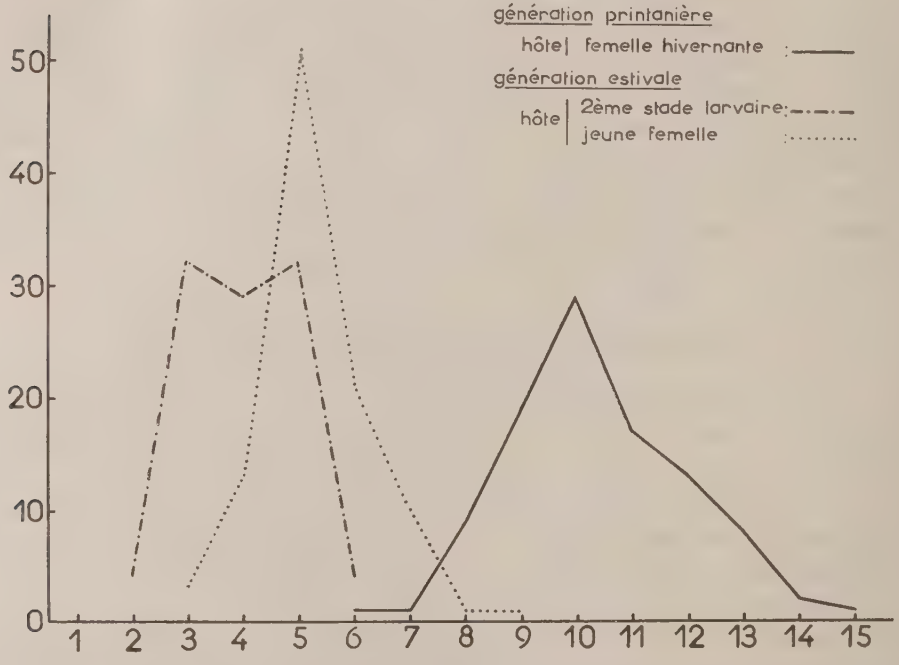


FIG. 27. — Capacité théorique de ponte des femelles de *P. berlesei* écloses des diverses générations successives de *P. pentagona*. Répartition en classes de 10 en 10 depuis 1-10 œufs (classe 1) jusqu'à 141-150 œufs (classe 15). — en abscisses : les classes ainsi définies. — en ordonnées : le pourcentage des femelles entrant dans la classe.

est la manifestation d'une corrélation étroite existant entre l'exposition et l'importance relative de l'attaque de *P. pentagona* par son parasite spécifique, où le facteur ombrage paraît jouer un rôle primordial et favorable à l'action du parasite.

Si l'on considère maintenant à l'échelle du verger, les divers arbres le constituant, le piégeage des adultes à l'éclosion, réalisé à Saint-Genis-Laval, permet une première estimation de leur répartition, et par la même, de celle de leur descendance, de proche en proche. Ainsi, sur les 20 piquets disposés en 3 cercles concentriques nous retrouvons *Prospaltella* avec une moyenne par piquet, de 26 pour les piquets plantés à 7 m ;

23 pour ceux disposés à 14 m et 21 pour les pièges placés à 21 m du mûrier contaminé par la Cochenille elle-même parasitée.

De plus, dans le jardin du laboratoire de Saint-Genis-Laval, où les 1ers lâchers de *Prospaltella* sont effectués en 1952, nous retrouvons l'Hyménoptère dès l'année suivante, à l'automne, sur la Cochenille fixée sur des Sophora. Ces derniers sont disposés à quelque 300 m environ du point de lâcher initial.

Les possibilités de dispersion de *P. berlesei* sont plus grandes encore si l'on en croit BERLESE (1911), le parasite se retrouve dès la 2e année de son installation dans une localité, dans un rayon de 1 km environ de son point de lâcher initial.

Deux facteurs sont donc à la base de la répartition des adultes de *P. berlesei* et par là même de leur ponte. A l'échelle de la plantation, du verger, le vent facilite la dispersion de l'insecte sur une longue distance. Mais au niveau de la branche, il semble que les conditions microclimatiques locales résultant de l'exposition soient responsables d'une distribution de la descendance dans les environs immédiats. Elles peuvent agir sur la ponte soit directement en lui procurant les conditions optima, soit indirectement en assurant à l'adulte une longévité maxima.

b_2. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE AU LABORATOIRE. — Nous avons estimé précédemment que le stade hôte pouvait avoir une influence sur la capacité théorique de ponte du parasite qui en est issu.

Nous élevons donc *P. berlesei* comparativement dans les mêmes conditions (température = 26-27°, H.R. = 70 p. 100) en fournissant aux adultes comme hôtes des 2es stades larvaires, des 2es stades femelles en train de muer en femelle I et des femelles ayant commencé leur ovogénèse de *P. pentagona*.

Le développement achevé, si nous classons d'après leur potentiel de ponte les adultes issus des 3 lots, nous obtenons 3 courbes de répartition (fig. 28). La 1re relative aux 2es stades larvaires présente un sommet pour les valeurs moyennes de 51 à 70 œufs (classe 6 et 7) avec comme limites 31-40 œufs (classe 4) et 71-80 œufs (classe 8). Cette dernière valeur est la plus fréquemment représentée dans le cas des adultes éclos des femelles de la Cochenille. Mais la comparaison de la forme des 2 courbes, comme le point figuratif de leur classe la plus forte (10 pour la 1re, 12 pour la 2e) permet de les séparer. A chacun des 3 stades hôtes considérés correspond donc pour le parasite une capacité de ponte donnée.

Or, divers auteurs, notamment FLANDERS (1936), ont estimé que cette influence de l'hôte était essentiellement liée à la taille ou au volume du stade de l'insecte attaqué. Dans le cas précédent, les capacités de ponte des adultes éclos augmentent parallèlement au volume des divers stades de développement de la Cochenille, offerts comme hôtes.

Mais nous pouvons également comparer l'influence sur *Prospaltella* du même stade d'évolution de *P. pentagona* chez des individus de taille différente. C'est le cas par exemple entre les femelles de la Cochenille fixée sur mûrier au printemps ou sur tubercule de pomme de terre, si l'on admet comme critère pour les différencier le volume de leur ponte. Nous avons vu en effet (chapitre II) que la moyenne du potentiel de ponte chez la Cochenille au printemps s'étageait de 120 à 200 œufs (fig. 10) et de 80 à 120 œufs chez la même Diaspine en élevage expérimental (fig. 12). Les individus d'élevage sont donc plus petits que ceux observés au printemps. Ces différences ont leur incidence sur le potentiel de ponte

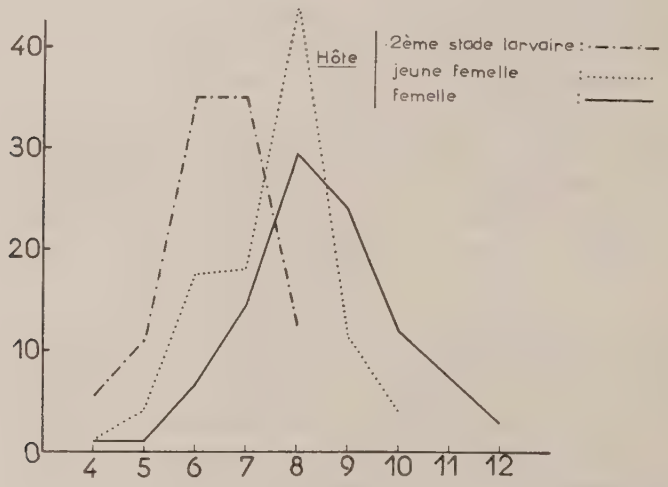


FIG. 28. — Capacité théorique de ponte des adultes de *P. berselei* en fonction du stade hôte attaqué. Élevage expérimental sur tubercule de pomme de terre. Même représentation graphique qu'à la figure 26.

des adultes de *Prospaltella* éclos. Le polygone de fréquence dans le 1er cas présente, en effet, un sommet pour la classe 8 (71-80 œufs) tout en admettant comme extrêmes les classes 4 (31-40 œufs) et 12 (111-120 œufs) (fig. 28) ; le sommet de la 2e courbe représentative se situe classe 10 (91-100 œufs) entre les classes limites 6 et 15, correspondant respectivement à 51-60 œufs et 141-150 œufs (fig. 27).

Si nous opérons sur la 1re courbe, une translation dans le sens d'une augmentation de 2 classes destinée à faire coïncider les points figuratifs de la classe la plus faible des 2 courbes, ces dernières se superposent. Elles sont donc identiques, mais décalées l'une par rapport à l'autre, ce qui se traduit chez les adultes issus de femelles en élevage par une capacité de ponte inférieure de 20 œufs en moyenne à celle observée chez *Prospaltella* développé dans les femelles hivernantes de *P. pentagona*.

Dans ces conditions, il existe chez *P. berlesei* une corrélation étroite

entre le stade-hôte attaqué et la capacité théorique de ponte du parasite : celle-ci augmente en fonction du volume de la Cochenille parasitée.

Un raisonnement identique conduit à penser d'après la comparaison des courbes, que les adultes de *Prospaltella* éclos en été, des 2es stades larvaires (mâles ou femelles) ou de très jeunes femelles attaquées au moment de leur mue, possèdent par rapport aux mêmes stades de la Cochenille évoluant sur tubercule de pomme de terre, un potentiel de ponte moindre ; il est en moyenne inférieur de 30 œufs environ. Nous devons logiquement en conclure que les individus représentant les divers stades d'évolution de la Cochenille en été sont en moyenne plus petits que ceux obtenus en élevages expérimentaux et, à plus forte raison, que ceux observés au printemps. Mais, nous avons vu (cf. Chapitre II) que le potentiel de ponte des femelles de *P. pentagona* en été (fig. 12) n'est pas différent de celui des individus de la génération printanière.

Il n'y a donc pas de différence de taille significative chez l'hôte en cours d'année permettant à elle seule l'interprétation des résultats observés sur les adultes des générations successives de *Prospaltella*.

Il n'est donc pas exclu d'envisager chez cet Hyménoptère l'existence de 2 formes particulières identiques morphologiquement mais biologiquement distinctes par leur potentiel de ponte :

— la 1re, dite « post-hivernale » ou printanière à capacité théorique de ponte forte, issue d'œufs pondus à l'automne dans des femelles de *P. pentagona* arrêtant leur évolution jusqu'au mois de mai suivant.

— la 2e, dite « estivale » présente durant tout l'été et l'automne, se développant dans des hôtes en cours d'évolution active et qui, comparativement possède une capacité théorique de ponte plus réduite.

Cette alternance de formes, chez les Chalcidiens a été mise en évidence par Marchal (1936), sur *Trichogramma cacoeciae*, où, au dimorphisme alaire se superposent entre autres une longévité et une fécondité plus grandes chez les individus estivaux. Or, selon Lees (1955), la diapause de l'hôte permettant une interprétation satisfaisante des particularités observées dans le cas de l'œuf de *Cacoecia rosana*, n'est pas seule en cause pour expliquer le cycle de cet Hyménoptère.

Un facteur saisonnier comme la longueur du jour agissant d'une façon différente sur le parasite au printemps et en été apporte également une interprétation valable des faits observés quand l'hôte est constitué par des œufs de *Mamestra brassicae*.

Nous retrouvons donc là les 2 groupes de facteurs qui entrent en jeu constamment pour régler l'évolution des entomophages étudiés antérieurement (Bénassy 1958 d) : les facteurs climatiques et le facteur hôte, lui-même soumis à l'action des premiers. Mais chez *Prospaltella* les faits sont inversés par rapport à ceux rapportés pour *Trichogramma* : la génération post-hivernale est la plus féconde.

Pour expliquer ces faits diverses hypothèses peuvent être avancées, aucune n'ayant été jusqu'à ce jour l'objet d'une étude particulière destinée à la vérifier :

— la température par son action sur la vitesse de développement du parasite peut entraîner parallèlement la différenciation d'un plus grand nombre d'ovogonies en œufs pendant l'hiver que durant l'été, période au cours de laquelle le développement est accéléré ;

— le facteur photopériode invoqué par LEES peut doubler son action directe possible sur le parasite, d'une autre indirecte par l'intermédiaire de la physiologie de l'hôte cochenille. Celle-ci en effet, comme le remarque PRIESNER (1939), pour les insectes suceurs, peut être influencée par une modification chimique de la sève, modification à laquelle la longueur du jour en cours d'année ne demeure pas étrangère.

Complétant l'évaluation du potentiel de ponte ou « ponte théorique » de *Prospaltella*, se situent les observations relatives à la descendance réelle de l'Hyménoptère.

Les individus utilisés sont issus de 2^es^ stades femelles en train de muer en jeunes femelles. A l'éclosion, en l'absence d'hôtes, les 2/3 des adultes sont disséqués pour calculer leur « ponte théorique ». Le 1/3 des individus restants est mis en élevage individuel sur la Cochenille en train de muer en jeune femelle. Dès la mortalité constatée de la femelle pondeuse dans les élevages, cette dernière est disséquée pour déterminer s'il reste ou non des œufs dans les organes génitaux, en évaluer le nombre et estimer, si dans les conditions expérimentales, la ponte peut être complète ou non.

Dans la figure 29, nous avons groupé l'ensemble des résultats obtenus, en répartissant chaque fois les femelles, en fonction d'une part de leur ponte théorique et, d'autre part, du nombre de descendants effectivement éclos. La courbe représentative dans le 1^er^ cas, varie de 31-40 œufs à 91-100, avec comme valeur moyenne 71-80 et dans le 2^e^ de 1-10 descendants à 41-50 avec un sommet correspondant à la valeur moyenne 11-20.

Cette différence marquée existant en élevage expérimental entre la « ponte théorique » et le nombre de descendants suggère la possibilité d'une ponte incomplète. Elle se trouve confirmée dans 14 cas sur les 42 examinés, soit 30 p. 100. La dissection des femelles mortes laisse apparaître un nombre d'œufs variables (8 à 10 environ) dans les organes génitaux. Mais la détermination exacte de ce nombre d'œufs restants se heurte parfois à quelques difficultés, car la mort entraîne le dessèchement rapide du corps de l'insecte.

Admettons dans tous les cas une ponte incomplète, avec un nombre d'œufs restant dans les gaines ovariques double de celui normalement observé, ceci pour tenir compte de l'erreur possible due au dessèchement de l'insecte. Comme nous n'avons jamais mis en évidence de phénomène

d'ovisorption, la nouvelle courbe de répartition des femelles, obtenue en ajoutant au nombre de descendants, le nombre d'œufs non pondus, devrait se superposer à celle relative à la ponte théorique de ces mêmes femelles.

Or, il n'en est rien ; nous constatons tout au plus une courbe qui présente un sommet pour la valeur moyenne 31-40 : c'est le polygone de répartition des femelles en fonction du nombre de descendants éclos, décalée vers la droite par augmentation de 2 classes.

Il se dégage de ces observations deux faits précis :

— la ponte est le plus souvent incomplète ;

— le nombre de descendants éclos n'est pas identique à celui des œufs que nous estimions être pondus, ceci par l'existence soit d'une compétition intraspécifique pour la possession d'un même hôte, non

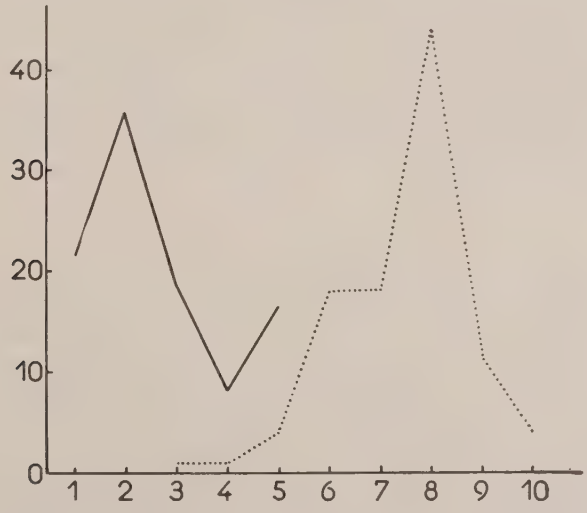


FIG. 29. — Répartition des femelles pondeuses de *P. berlesei* en foncton de leur « ponte théorique » (en traits pointillés) et du nombre de descendants éclos (en traits pleins) Élevage de l'hôte sur tubercule de pomme de terre. Même représentation graphique qu'à la fig. 26.

étudiée dans ce mémoire, soit d'une sensibilité particulière du parasite aux conditions microclimatiques durant son développement.

Dans ces deux cas, des facteurs liés à l'hôte, comme aux conditions climatiques environnantes peuvent avoir une influence propre, et les observations rapportées ci-dessous en sont un essai d'analyse.

c) **Facteurs naturels externes conditionnant la ponte.**

ACTION DE L'HÔTE. — Durant toute cette étude, nous n'avons jamais rencontré de phénomène de résorption d'œufs ; aussi est-il vraisemblable qu'il y a, en l'absence d'hôtes, conservation du stock d'œufs capables d'être pondus par une femelle. Comme la longévité des adultes de *Pros-*

paltella apparaît d'une façon générale comme très limitée, en l'absence d'hôtes, c'est de la survie plus ou moins longue des femelles pondeuses que dépendra la fraction plus ou moins forte d'œufs déposés, par rapport au stock disponible existant.

Nous avons donc envisagé l'action de l'hôte sous l'angle de son absence temporaire en procédant à des observations sur les possibilités de ponte offertes par les adultes de *Prospaltella* après conservation durant 24 heures à la température de 20-21°C.

Après ce délai, comme précédemment, les 2/3 des insectes vivants sont disséqués, le 1/3 restant est mis à pondre individuellement sur les

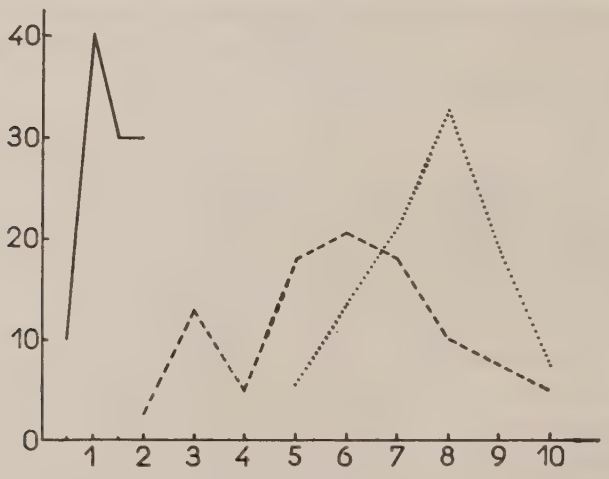


FIG. 30. — Répartition des femelles pondeuses de *P. berlesei* après 24 heures de conservation à 20°C, en fonction de leur ponte théorique et du nombre de descendants éclos. — en traits pointillés : ponte théorique des femelles vivantes. — en traits tiretés : ponte théorique des femelles mortes. — en traits pleins : nombre de descendants éclos. Élevage sur tubercule de pomme de terre. Même représentation graphique qu'à la fig. 26.

jeunes femelles de *P. pentagona*, à 26-27° C pour 70 p. 100 d'H. R. L'ensemble des individus morts est disséqué également pour connaître le potentiel de ponte. Ce dernier normalement doit être identique à celui des individus vivants, puisqu'aucune ponte n'a eu lieu.

La courbe de répartition des femelles de *Prospaltella* en fonction de leur ponte théorique, le parasite s'étant développé comme précédemment dans de jeunes femelles-hôtes, est identique à celle obtenue antérieurement au moment de l'éclosion de l'Hyménoptère. Si nous comparons par contre, la courbe de répartition de ces mêmes femelles, en fonction du nombre de descendants éclos, elle n'est plus identique à celle observée précédemment. Ici le nombre d'individus éclos est plus faible (fig. 30). Comme la ponte théorique des individus de *Prospaltella* mis en élevage est identique dans les deux cas, tout porte à croire que la différence

visible sur le nombre de descendants est bien parallèle à celle frappant le nombre d'œufs déposés (nombre lui-même lié à la longévité de l'insecte).

Dans les conditions expérimentales sous lesquelles nous avons opéré, 43 p. 100 des adultes de *Prospaltella* sont déjà morts après 24 heures. Le pourcentage restant, au cours de la vie brève qui lui est réservée, ne peut pondre qu'un nombre d'œufs très réduit. Cependant, pour nous en assurer, nous n'avons pas procédé au dénombrement des œufs restant dans les organes génitaux, car l'erreur possible de ce genre d'estimation due au dessèchement rapide de l'insecte s'avère très importante, comme nous l'a montré la comparaison des courbes représentatives du potentiel de ponte après 24 heures des adultes vivants et morts (fig. 30). La 2e, par sa forme manifeste une très grande hétérogénéité dans la répartition de *Prospaltella* entre les classes limites 2 et 10 et admet comme sommet la classe 6 correspondant à la moyenne de 51-60 œufs. Par contre, la 1re courbe traduit une répartition plus homogène, groupée entre les classes 5 et 10, avec comme valeur moyenne 71-80 œufs. Or, aucune ponte n'a eu lieu ; la différence visible entre les 2 courbes, nous donne donc une estimation de l'erreur commise, sur l'appréciation du nombre d'œufs qui restent à pondre.

Action des conditions microclimatiques sur la longévité de l'adulte. — L'interprétation d'observations antérieures, nous a conduit à considérer l'importance de l'influence des facteurs climatiques sur les adultes de *Prospaltella* (Bénassy, 1957).

Pour nous la confirmer, dans les manchons de mousseline fine déjà utilisés nous avons libéré, durant la période s'étendant du 5 au 20 août 1956, des adultes du Chalcidien venant d'éclore. Dans tous les cas observés la survie des insectes n'a jamais atteint 24 heures. Comme l'augmentation de température enregistrée dès l'ensoleillement complet s'accompagne toujours d'une brusque baisse d'hygrométrie, nous avons essayé expérimentalement d'analyser l'importance de ce dernier facteur.

Dès l'éclosion, les adultes utilisés sont groupés par 10 dans un tube fermé aux deux extrémités par une mousseline. Ce tube est mis dans un dessiccateur conservé à l'étuve à 26-27°C. Les différentes hygrométries réalisées au moyen de solutions de potasse (Buxton, 1939), sont de 20, 40, 60 et 80 p. 100. Pour des commodités de manipulations, nous avons préféré aux dessiccateurs en verre, d'autres constitués par des boîtes en matière plastique fermant hermétiquement, utilisées par 2, emboîtées l'une dans l'autre : la 1re dont nous perçons le fond, constitue le corps du dessiccateur. Elle s'emboîte dans une seconde qui reçoit la solution de potasse. Cette disposition permet de changer très rapidement la solution en évitant toute projection de potasse dans la partie supérieure pour la remplacer soit par une autre identique soit par une différente, si l'on veut

soumettre l'insecte à de brusques variations d'humidité relative, comme nous l'observons à l'extérieur dans le Midi méditerranéen au lever et à la chute du jour.

Dans l'un des 2 groupes d'observations nous avons procédé en four-

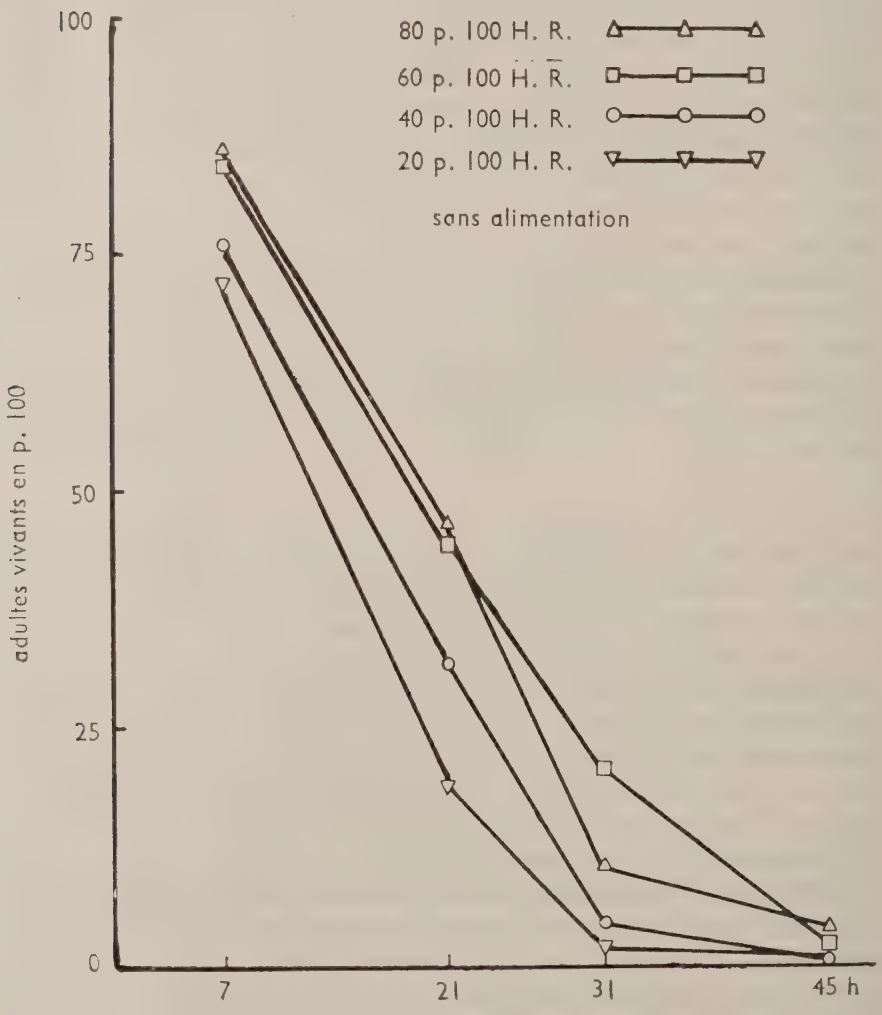


FIG. 31. — Survie des adultes de *P. berlesei* conservés sans alimentation aux hygrométries de 20, 40, 60 et 80 p. 100 H. R.

nissant aux adultes de *Prospaltella* une alimentation constituée par de l'eau miellée disposée sous forme d'une simple goutte sur une partie de la surface de la mousseline fermant l'une des extrémités du tube. Dans l'autre groupe, les adultes ne sont pas alimentés.

Les résultats obtenus font l'objet des figures 31 et 32, où la 1re traduit

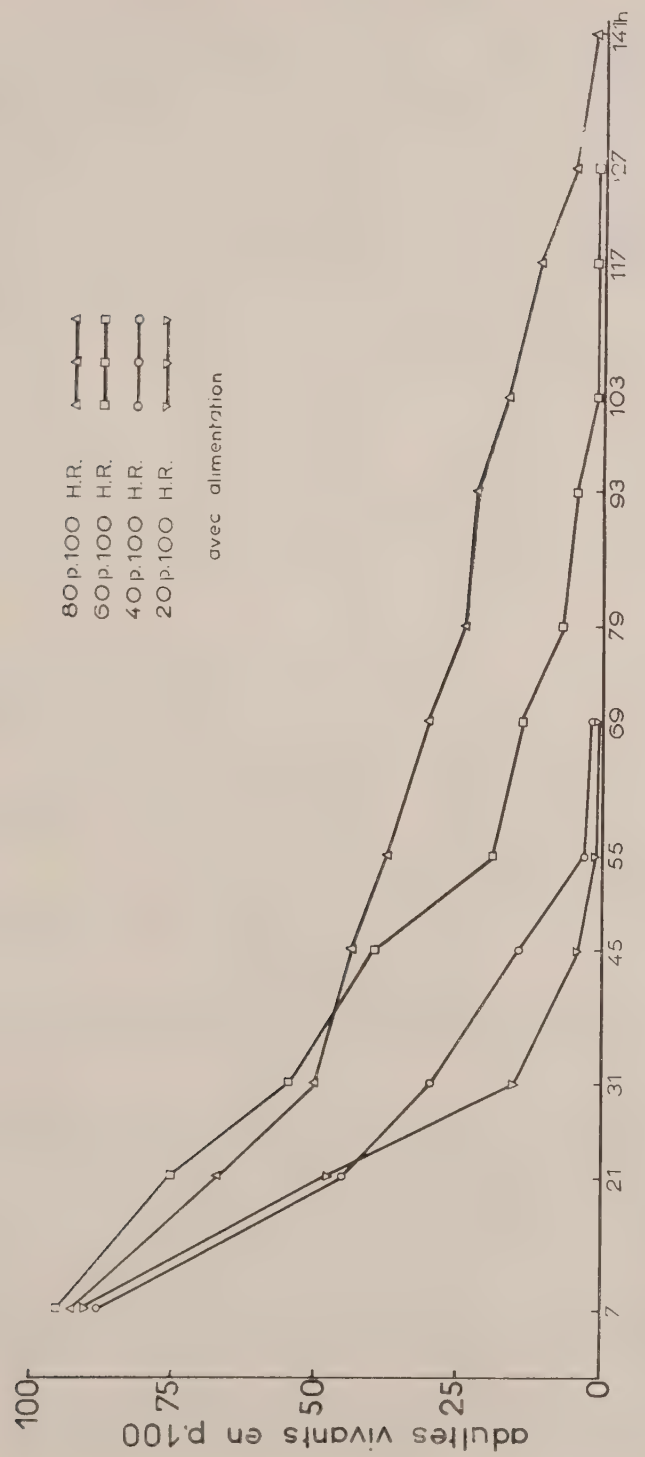


FIG. 32. — Survie des adultes de *P. berlesei* conservés alimentés avec de l'eau miellée à la température de 26-27°C aux hygrométries de 20, 40, 60, et 80 p. 100 H. R.

la survie des adultes en l'absence de toute alimentation et la 2e, cette même survie, en présence d'une nourriture glucosée.

Dès le 2e relevé, soit 21 heures après la mise en observation, moins de 50 p. 100 des individus dans le 1er cas sont encore vivants aux différentes hygrométries. Après 45 heures, nous enregistrons une mortalité pratiquement totale de l'ensemble des individus. Sont le plus néfastes, dans l'ordre de nocivité croissante, les hygrométries les plus faibles.

L'alimentation prolonge la survie des insectes. Après 21 heures de mise en expérience 75 p. 100 et 67,5 p. 100 des adultes de *Prospaltella* sont

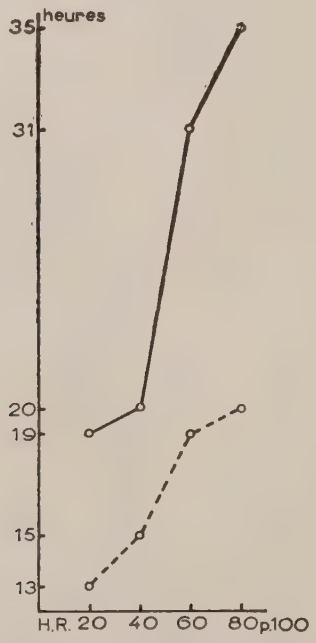


FIG. 33. — Action de diverses hygrométries sur la survie moyenne des adultes de *P. berlesei* en présence (traits pleins) ou non (traits pointillés) d'aliments.

encore vivants, aux hygrométries de 80 et 60 p. 100. La survie des adultes maintenus à 20 et 40 p. 100 d'H. R. est voisine, 45 p. 100 et 47,5 p. 100 respectivement. Si la mortalité totale des adultes se constate pour les faibles hygrométries de 20 et 40 p. 100, après 69 heures d'exposition, elle a lieu après 127 heures et 141 heures pour celles de 60 et 80 p. 100 respectivement.

Ces dernières observations nous permettent de distinguer dans les hygrométries utilisées 2 groupes : faibles et fortes. Les 1res entraînent une mortalité rapide de l'adulte ; les secondes ont une action comparable sur la survie de *Prospaltella* jusqu'à 45 heures. Puis l'action de l'humidité relative 80 p. 100 apparaît comme la plus favorable à la survie de l'insecte.

Pour une interprétation d'ensemble de l'action de l'hygrométrie et de l'alimentation, nous utiliserons la notion de survie moyenne définie comme étant celle de 50 p. 100 des individus. Dans les cas qui nous préoccupent, elle est atteinte après la mise en expérience, plus ou moins rapidement suivant les hygrométries.

Si nous portons en abscisses, les humidités relatives et en ordonnées, exprimé en heures, le délai mis à atteindre cette survie moyenne (ou la mortalité de 50 p. 100 des individus), nous obtenons une courbe traduisant l'influence des diverses hygrométries sur les adultes de *Prospaltella*. Cette représentation assure une comparaison satisfaisante des 2 séries d'expériences et met en évidence l'action de l'alimentation. Si celle-ci prolonge la survie moyenne de l'adulte de 5 à 6 heures pour les hygrométries basses, elle permet un décalage de 12 à 15 heures dans des hygrométries fortes (fig. 33).

Cette notion de survie moyenne est intéressante à connaître lors des essais d'acclimatation d'un entomophage donné. Dans des conditions précises, elle permet en effet d'estimer la fréquence des lâchers d'adultes à réaliser pour assurer une descendance à l'insecte.

d) **Facteurs climatiques qui conditionnent la descendance.**

Dans l'évolution du Chalcidien, nous distinguons 2 phases essentielles : celle relative aux jeunes stades depuis l'œuf jusqu'au seuil de la larve mûre, et celle séparant ce dernier stade de l'éclosion de l'adulte.

Au cours de la 1re période, l'alimentation du parasite le lie étroitement à son hôte, mais durant la 2e, l'endophage devient indépendant. L'action des conditions climatiques sur les stades post-embryonnaires du parasite sera ressentie, indirectement dans le 1er cas, par l'intermédiaire d'un hôte vivant et dans le 2e cas , directement, au travers cependant des téguments modifiés de la Cochenille.

Si nous nous proposons d'examiner l'influence de la mortalité hivernale, sur la descendance de *Prospaltella*, une difficulté apparaît. En effet, au seuil de l'hiver, l'état d'évolution du Chalcidien sera plus ou moins avancé selon les années. Or, la mort de la Cochenille entraînant celle des jeunes stades du parasite, une fraction de la population de l'Hyménoptère sera éliminée. Son importance est impossible pratiquement à chiffrer d'une manière exacte devant la difficulté qu'il y a à reconnaître parmi les cochenilles mortes, celles qui sont parasitées au préalable (1).

Seuls ont donc retenu notre attention les stades hivernants indépendants de l'hôte, afin de comparer leur résistance à celle de la Cochenille placée dans les mêmes conditions.

(1) Nous avons vu en effet, que la Cochenille n'apparaît comme typiquement parasitée que lorsque *Prospaltella* a atteint un certain stade de développement, celui de larve à mi-évolution.

Comme précédemment dans l'étude de l'hôte, pour chaque mûrier plein vent, nous avons groupé dans le tableau XII, la mortalité naturelle de *Prospaltella* au début, puis en fin d'hiver et la mortalité hivernale obtenue par différence.

TABLEAU XII

Mortalité naturelle des stades post-embryonnaires de P. berlesei HOW *en pour cent sur mûrier plein vent. Saint-Genis-Laval (Rhône).*

N° des arbres	Mortalité	Mois	Année 1953-1954	Année 1954-1955	Année 1955-1956
X	Constatée	Décembre	1,7	—	6,7
	Constatée	Avril	16,2	—	45,6
	Calculée (hivernale)		14,5	—	38,9
XVI	Constatée	Décembre	3,2	2,0	5,7
	Constatée	Avril	11,0	4,2	61,0
	Calculée (hivernale)		7,8	2,2	55,3
XIX	Constatée	Décembre	0,4	2,0	7,6
	Constatée	Avril	4,0	8,6	81,9
	Calculée (hivernale)		3,6	6,6	74,3

Si nous portons en abscisses les caractéristiques des mois de février des diverses années définies par le nombre de jours où les minima sont

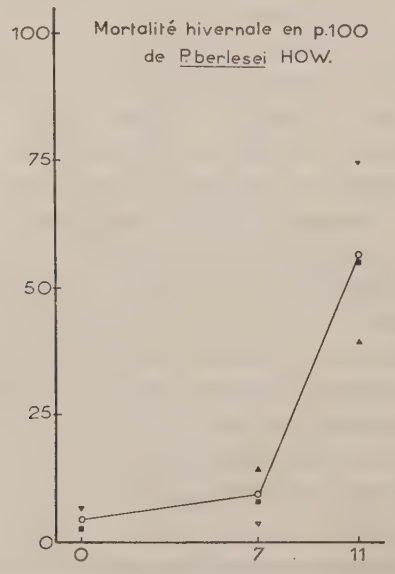


FIG. 34. — Mortalité hivernale de *P. berlesei* en fonction des données climatiques du mois de février (nombre de jours où les minima atteignent — 10°C).

inférieurs à — 10°C, et en ordonnées les mortalités hivernales calculées, nous obtenons un ensemble de points répartis sur une ligne brisée (fig. 34).

L'année 1953-1954 caractérisée par l'existence de 7 jours durant lesquels les minima de février se maintiennent au-dessous de — 10° C, semble constituer la limite extrême de résistance des stades hivernants de *Prospaltella*. Au-delà, la mortalité augmente brusquement, mais en deçà, il n'existe pas de différence marquée avec celle constatée au cours de l'hiver 1954-1955 où il n'y a pas en février de minima atteignant — 10°C.

Si nous rapprochons les résultats graphiques relatifs à l'hôte et à son parasite, nous constatons que *Prospaltella* manifeste d'une façon générale une plus grande résistance que son hôte aux conditions climatiques. Cependant cette différence tend à s'amenuiser par année exceptionnelle telle qu'en février 1956, où si l'hôte disparaît brusquement, des individus de l'Hyménoptère éclosent normalement au printemps.

IV. — RÉSUMÉ ET CONCLUSION

L'étude des pullulations anormales de *P. pentagona* survenues en France ces dernières années, malgré la présence de *P. berlesei*, nous a conduit à conclure à la non efficacité soit locale, soit régionale de son parasite spécifique.

Localement dans les vergers de pêchers, l'effet des traitements insecticides généralisés apparaît comme la cause primordiale de l'action limitée de *Prospaltella*. Mais sur les végétaux spontanés ou actuellement abandonnés tels que les mûriers, il existe aussi pour le parasite une limite géographique à son efficacité.

Dans ce dernier cas, l'essai d'interprétation des pullulations nous a amené à l'étude écologique comparée de l'hôte et de son parasite spécifique dans deux régions distinctes du point de vue climatique : le Midi méditerranéen et la région lyonnaise.

Au cours de cette étude nous avons pu mettre en évidence :

— Chez *P. pentagona* :

Le cycle comportant par an normalement trois générations, où selon les régions, la dernière n'est parfois que partielle.

La corrélation linéaire existant entre la mortalité naturelle frappant les femelles hivernantes et le nombre de jours où les minima sont inférieurs à — 10°C au mois de février.

L'existence dès la ponte d'œufs sexuellement différents et morpholgiquement distincts, par leur pigmentation.

Par des élevages de laboratoire pratiqués sur tubercules de pomme de terre, et conduits en l'absence de mâles, l'incapacité que possède l'espèce à se reproduire par parthénogénèse.

Par des essais d'accouplement différé, le rôle primordial de l'accou-

plement dans le déclenchement de la ponte et la formation normale du bouclier.

— Chez *P. berlesei* :

Son importance pratique vis-à-vis de l'Aphelinide ectophage le plus répandu *A. proclia*, susceptible, sous certaines conditions, d'entrer en compétition avec lui.

L'existence d'un cycle évolutif modifié par le climat et comportant normalement quatre générations dans la région lyonnaise et cinq dans la zone méditerranéenne.

La présence d'un potentiel de ponte chez les adultes de la génération printanière ou post-hivernale de *Prospaltella*, double de celui observé normalement chez les individus de l'ensemble des générations estivales. Et cette particularité serait d'ordre écologique, la taille de l'hôte n'étant pas, à elle seule, suffisante pour expliquer les faits observés.

La longévité très limitée des adultes du Chalcidien. Celle-ci étroitement liée aux conditions microclimatiques externes (hygrométrie) conditionne avant tout la ponte, car en l'absence d'hôtes, aucun phénomène de résorption des œufs n'a été observé.

L'influence des conditions climatiques hivernales sur le stade nymphal de *Prospaltella*.

Ces divers points précisés nous permettent la conclusion suivante.

L'importance numérique de la Cochenille est fonction à la fois de sa capacité de ponte, de son cycle et de sa mortalité naturelle. Or, la capacité théorique de ponte des femelles de *P. pentagona* s'avère dans la région d'Antibes numériquement plus importante (moyenne 240-280 œufs) que dans celle de Saint-Genis-Laval, où la moyenne des œufs « possibles » oscille seulement de 120 à 200. Le cycle de la Diaspine est également différent : il comporte normalement trois générations dans la région méridionale, pour deux complètes, et parfois une troisième plus ou moins partielle dans le Lyonnais. Comme seules hivernent les jeunes femelles fécondées, dans cette dernière région, tous les individus de la génération partielle seront pratiquement éliminés. Mais la fraction survivante des stades hivernants varie selon les années. Comme cette survie se révèle liée aux minima de février, elle est d'une façon générale plus forte dans la zone méridionale que dans la région lyonnaise.

Au printemps, le stock théorique d'individus capables de reprendre leur activité se présente donc d'une manière différente suivant les deux points d'observation. Dans le midi méditerranéen, où la Cochenille manifeste un potentiel de ponte important, un cycle normalement à trois générations et une mortalité hivernale réduite, l'importance numérique du foyer initial de contamination sera plus grande que dans la région

lyonnaise, où comparativement, la Cochenille possède un potentiel de ponte moindre, une vitesse d'évolution souvent plus réduite et une mortalité hivernale supérieure.

Il semblerait donc que dans la zone méridionale, par suite d'exigences écologiques liées vraisemblablement à son origine extrême-orientale, cette espèce doive manifester, sinon une multiplication nettement plus rapide que dans le Lyonnais, tout au moins une importance numérique plus grande.

Du fait de la présence du parasite spécifique *P. berlesei*, il en est tout autrement ; la multiplication de la Cochenille demeure inexistante dans le midi méditerranéen et prend comparativement dans le Lyonnais l'allure de pullulation.

Nous nous sommes donc efforcé de rechercher si cette efficacité parasitaire satisfaisante enregistrée dans les régions méridionales est d'ordre biologique : potentialités différentes chez les individus du parasite, ou écologique : multiplication plus importante du Chalcidien sous l'action du climat, soit par un développement accéléré, soit par une concordance plus étroite des cycles de l'hôte et de son parasite.

Si la ponte théorique des diverses générations de *Prospaltella* n'est pas identique durant toute la saison, les variations observées liées au climat sont parallèles entre les deux régions. Pour une génération donnée, il n'existe donc pas de différence entre la capacité de ponte du parasite selon les points d'observation. Par contre le cycle de l'Hyménoptère est différent : il comporte une génération supplémentaire, apparaissant tôt au printemps dans la région d'Antibes.

Compte rendu de la mortalité hivernale frappant le parasite, le nombre théorique d'individus issus d'une seule femelle de *Prospaltella* et retrouvés l'année suivante à la même date sera plus grand dans le midi que dans la région lyonnaise, en grande partie, tout au moins, par le seul jeu d'un cycle différent. Joignons à cela l'existence de la légère discordance manifestée dans le Lyonnais au printemps entre la date d'éclosion des adultes de *Prospaltella* et l'apparition plus tard des premiers stades hôtes favorables à la ponte, discordance non observée dans la région méridionale, et nous nous apercevrons que dans le midi méditerranéen l'apparition précoce de la génération post-hivernale ou printanière de *Prospaltella*, plus que la capacité théorique de ponte des adultes la constituant, conditionne à elle seule toute l'efficacité pratique du parasite.

Reçu pour publication le 30 *avril* 1958.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALACHOWSKY (A. S.) et MESNIL (L. P.). — Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées. Leurs mœurs, leur destruction. Paris, 390-395, 1931.

BALACHOWSKY (A. S.). — Les Cochenilles. III. Reproduction. Développement embryonnaire. Développement post-embryonnaire. Paris, *Hermann et Cie Edit.*, 113 p., 1939.

BALACHOWSKY (A. S.). — Les Cochenilles paléarctiques de la Tribu des Diaspines. *Mémoires scientifiques de l'Institut Pasteur*, Paris, 236-240, 1954.

BÉNASSY (C.). — Essai expérimental de constitution d'un foyer de *Prospaltella berlesei* HOW. dans le Lyonnais. *C. R. Acad. Agric. de France*, **40**, 528-530, 1954.

BÉNASSY (C.). — Influence du facteur « Exposition » sur la répartition des micro-hyménoptères parasites de *Coccoidea-Diaspididae*. *Entomophaga*, **2** (4), 283-291, 1957.

BÉNASSY (C.) et BIANCHI (H.). — Incidence des traitements insecticides sur les parasites de Coccides. Action des traitements « d'hiver » contre *Pseudaulacaspis pentagona* TARG., sur son parasite spécifique : *Prospaltella berlesei* HOW. *Phytiâtrie-Phytopharmacie*, **6**, 135-141, 1957.

BÉNASSY (C.). — Influence de l'hôte dans la croissance endoparasitaire de quelques hyménoptères Chalcidiens parasites de Cochenilles Diaspines. *C. R. Acad. Sciences*, **246** (1), 179-181, 1958 *a*.

BÉNASSY (C.). — Influence de l'accouplement et de la fécondation sur la différenciation du sexe et la formation du bouclier protecteur chez *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (*Homoptera-Diaspidinae*). *C. R. Acad. Sciences*, **246** (4), 649-652, 1958 *b*.

BÉNASSY (C.). — *Prospaltella berlesei* HOW. et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (*Homoptera-Diaspinae*). *Entomophaga*, **3** (1), 67-70, 1958 *c*.

BÉNASSY (C.). — Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. dans le midi méditerranéen. *Entomophaga*, **3** (2), 93-108, 1958 *d*.

BENNETT (F. D.). — Some parasites and predators of *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. in Trinidad, B. W. I. *Canad. Ent.*, **38** (12), 704-705, 1956.

BERLESE (A.). — La diffusione della *Prospaltella berlesei* HOW. nell'alta Italia. *Boll. Soc. Agric. Ital.*, **23**, 15 p., 1909.

BERLESE (A.). — La *Diaspis pentagona* e gli insetti suoi nemici. *Redia*, **6**, 298-344, 1910.

BERLESE (A.). — Come progredisce la « *Prospaltella berlesei* » in Italia. *Redia*, **7**, 436-461, 1911.

BERLESE (A.). — La « *Prospaltella berlesei* » HOW. contro la « *Diaspis pentagona* » TARG. *R. Stazione di Entomologia Agraria*, Firenze, 1914.

BERLESE (A.). — La destruzione della *Diaspis pentagona* a mezzo della *Prospaltella berlesei*. *Redia*, **10**, 151-218, 1915.

BERNARD (F.). — Les Hyménoptères in Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie. *Masson et Cie Edit.*, **10** (1), 802-804, 1951.

BLISS (C. I.), CRESSMANN (A. W.) et BROADBENT (B. M.). — Productivity of the Camphor scale and biology of its eggs and crawler stages. *Journ. Agric. Res.*, **3**, 243-267, 1935.

BROWN (S. W.), et BENNETT (F. D.). — On sex determination in the Diaspine scale *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. Coccoïdea *Genetics*, **42** (4), 510-524, 1957.

BUXTON (P. A.). — The measurement and control of atmospheric humidity in relation to entomological problems. *Bull. Ent. Res.*, **22** (3), 431-447, 1931.

CLAUSEN (C. P.). — Entomophagous insects. *McGraw. Hill. Book Company Inc.* New-York and London, 688 p., 1940.

DISSELKAMP (C.). — Formation du bouclier du Pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST. 1881). *Höfchen-Briefe*, **7** (3), 106-152.

DUSTAN (A. J.). — A method of rearing the Oleander scale *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. on potato tubers. *Dept. Agr. Bermuda Bull.*, **27**, 1-7, 1953.

EZZAT (PH. D.). — Biological studies on the Olive scale (*Parlatoria oleae* COLVEE). *Hemiptera-Homoptera-Coccoidea-Diaspididae. Bull. Soc. Ent. d'Egypte*, **41**, 351-363, 1957.

FLANDERS (S. E.). — Host influence on the prolificacy and size of *Trichogramma*. *Pan. Pac. Ent.*, **11** (4), 175-177, 1936.

FLANDERS (S. E.). — Ovipositional instincts and developmental sex differences in the genus « *Coccophagus* ». *Univ. Calif. Public. Ent.*, **6** (15), 1937.

FLANDERS (S. E.). — Use of potato tubers in mass culture of Diaspine scale insects. *J. Econ. Ent.* **40** (5), 746-747, 1947.

FLANDERS (S. E.). — Culture of entomophagous Insects. *Canad. Ent.*, **81** (11), 257-274, 1949.

FLANDERS (S. E.). — Mass culture of California Red scale and its golden Chalcid parasites. *Hilgardia*, **21** (1), 1951.

FRANÇOIS (L.). — Limites géographiques des régions méridionales françaises. *Annales Agronomiques*, 195-222, 1931.

GASTINE (G.). — La lutte contre la *Diaspis pentagona* en Italie. *Ann. Epiphyties*, **1**, 196-219, 1913.

GEIER (P.). — Contribution à l'étude de la Cochenille rouge du Poirier (*E. leperii* SIGN.) en Suisse. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric. France*, **28** (4), 177-261, 1949.

GIREAU (R.). — La Cochenille du Mûrier et le froid. *Phytoma*, **82**, 29-30, 1956.

HENNEGUY (L. F.). — Les Insectes — Morphologie — Reproduction — Embryogénie. *Masson et Cie Edit.*, Paris, 804 p., 1904.

JAMES (H. C.). — Sex-ratio and the status of the male in Pseudococcinae (*Hem.-Coccidae*). *Bull. of Ent. Res.*, **28** (3), 429-461, 1937.

LESS (A. D.). — The physiology of Diapause in Arthropods. *Cambridge Univ. Press.*, 150 p., 83-87, 1955.

LEONARDI (G.). — Monografia delle Cociniglie Italiane. *Portici*, 204 p., 1920.

LEPAGE (A. S.). — Aboboras cobaias para o estudo das pragas dos vegetais. *Biologico*, **8** (9), 221-224, 1942.

LUDICKE (M.). — Uber biologische Besonderheiten der San-Jose Schildlaus in Zusammenhang mit Phosphorsäureestern. *Höfchenbriefe*, **3** (2), 17-32, 1950.

MALENOTTI (E.). — Osservazioni sui rapporti fra *Diaspis pentagona* TARG. e *Prospaltella berlesei* HOW. *Att. Acad. Agric. Sci, Lett.* Verona, 1931.

MARCHAL (P.). — Recherches sur la biologie et le développement des Hyménoptères parasites : les Trichogrammes. *Ann. Epiphyties*, **3**, 448-551, 1936.

MATHYS (G.). — Observations sur la mobilité des larves néonates de *Q. perniciosus* et sur leur transport par le vent. *Landwirtsch. Jahrb. Schweig.*, **53** (2), 981-984, 1953.

MESNIL (L. P.). — Remarques sur quelques Diaspines du pin silvestre ou du genévrier et leurs parasites. *Rev. Path. Vég. Ent. Agric. France*, **28** (2), 73-97, 1949.

MONTI (L.). — Ricerche etologiche su due Coccid Diaspini : *Diaspis pentagona* TARG e *Mytilococcus ulmi* L. nella regione romagnola. *Boll. Entom. Bologna*, **21**, 142-165, 1955.

MORSTATT (M.). — Untersuchungen an der roten austeruförmigen Schildlaus. *Zentralbl. f. Bakt., Abt.* 2 (21), 1908.

NICOLAS (G.). — Sur l'extension de *Diaspis pentagona* TARG. en France. *C. R. Acad. Agric. de France*, **25** (26), 1120-1121, 1939.

Pesson (P.). — Sur un phénomène de phorésie des spermatozoïdes par des cellules oviductaires, chez *Aspidiotus ostreaeformis* CURT. (*Hemiptera-Homptera-Coccoidea*). *C. R. 8e Congrès Int. d'Entomologie Stockholm 1948*, 566-570, 1950.

Pollister (P. F.). — Structure and development of wax glands in *P. maritimus* EHRH. *Quart. J. of Microsco. Sci.*, **5** (80), 1938.

Poutiers (R.). — Note sur *Prospaltella berlesei* HOW. (*Hym. Chalcididae*) parasite de *Diaspis pentagona* TARG. *Bull. Soc. Ent. France*, **18**, 334-335, 1919.

Poutiers (R.). — A propos de la Cochenille du Mûrier *Diaspis pentagona TARG. Bull. Soc. Entom. France*, **49**, 30-31, 1944.

Priesner (H.). — A brief note on the relations between the physiological condition of plants and insects attacks. *Bull. Soc. Fouad Ier Ent.*, **22**, 279-283, 1939.

Quayle (H. J.). — Dispersion of scale insects by the wind. *J. Econ. Ent.*, **9**, 486-493, 1916.

Schmutterer (H.). — Die Oekologie der Cocciden (*Homoptera-Coccoidea*) Frankens III. Abschnitt. *Ztschr. ang. Ent.*, **34**, 65-100. 1952.

Schweig (C.) et Grunberg (A.). — The problem of Black Scale (*Chrysomphalus ficus* ASHM) in Palestine. *Bull. Ent. Res.*, **27** (4), 677-713, 1936.

Silvestri (F.). — A proposito di predatori e di *Prospaltella* nella lotta contro la *Diaspis. Bull. Informazioni Seriche*, **2** (25), 654-655, 1915.

Suire (J.). — Remarques sur la Cochenille du Mûrier. *P. pentagona* TARG. *Actes du VIIe Congrès Séricicole Int. Alès-France*, 725-730, 1948.

Ullyett (G. C.). — The physical Ecology of *Microplecton fuscipennis*, ZETT, (Hym. Chalc.). *Bullet. Ent. Res.*, **27** (2), 195-217, 1936.

Vandel (A.). — La Parthénogénèse. *G. Doin Edit.*, Paris, 412 p., 1931.

Vasseur (R.) et Schvester (D.). — Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.) en France. *Ann. I. N. R. A., sér. C, Epiph.*, **8**, 5-66, 1957.

Vayssière (P.). — Existence en France du *Diaspis Pentagona. Bull. Soc. Entom. France*, **17**, 242-243, 1918.

ESSAIS AU LABORATOIRE DES SUBSTANCES ACARICIDES

MÉTHODE D'ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES

PAR

J. COULON

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Exposé de la méthode.

1. Considérations générales :
   - But des essais.
   - Matériel biologique utilisé.
   - Méthode d'essai.
   - Contrôle des résultats.
2. Étude de l'efficacité d'un produit.
   - Principe.
   - Utilisation du matériel biologique.
   - Témoin.
   - Étalon.
   - Construction des droites de régression.
   - Exemple d'étude d'efficacité.
   - Précision des résultats.

Application de la méthode à l'étude de quelques produits :
- Produits étudiés.
- Résultats.

Conclusions.

Bibliographie.

INTRODUCTION

Quelle que soit la cause de l'accroissement parfois considérable d'une population de déprédateurs dans le domaine agricole, il est toujours permis de choisir, parmi les solutions permettant, tout au moins momentanément, de ramener cette population à un niveau convenable, celle faisant appel à des moyens chimiques. Le choix d'une telle solution

impose des connaissances préalables précises sur les propriétés et notamment sur l'efficacité des pesticides susceptibles d'emploi.

La recherche de composés propres à réduire les pullulations d'acariens est à l'origine de la mise sur pied de nombreuses méthodes de laboratoire destinées à estimer les propriétés des composés acaricides en étude. Le choix du matériel biologique nécessaire à l'application de ces méthodes se porte naturellement en premier lieu sur les espèces d'acariens d'importance économique incontestable : c'est le cas fréquemment de celles qui constituent la famille des *Tetranychidae*.

Le fait que les œufs et les formes mobiles rencontrés au cours du cycle biologique de ces parasites paraissent *a priori* vulnérables, amène évidemment à concevoir deux types différents d'essais de laboratoire : d'une part ceux portant sur les œufs, d'autre part ceux portant sur les formes mobiles.

La méthode dont la description fait l'objet du présent mémoire s'applique au premier de ces types d'essais.

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

But des essais

Ces essais ont été essentiellement prévus pour les études préliminaires, dans des conditions déterminées, de formules ovicides d'été prêtes à l'emploi. Doit donc faire l'objet d'un examen particulier en laboratoire, toute propriété susceptible de conditionner, dans la nature, le résultat pratique de telle ou telle formule antiparasitaire. Au nombre des points à préciser figure d'abord l'action ovicide par contact dont il est question ici.

Matériel biologique utilisé.

Le matériel biologique nécessaire aux tests de laboratoire est fourni par *Tetranychus telarius* L. (*Tetranychus urticae Koch*) [1], acarien thrombidiforme d'importance agricole, polyphage, appartenant à la famille des *Tetranychidae*, dont une souche est entretenue en permanence en serre sur plants nains de haricots.

Les conditions d'élevage de ce parasite sont les suivantes : plantes-hôtes cultivées sur sable saturé d'eau et renouvelées par tiers chaque semaine : réinfestation des plantes saines par contact temporaire de feuilles fortement infestées : température de l'air : 22 ± 2 degrés : humi-

(1) Détermination de M. BESSARD, Station Centrale de Zoologie du C.N.R.A. Versailles (S. & O.).

dité relative : 85 ± 4 p. 100 ; éclairage artificiel environ 5 000 lux par tubes fluorescents fonctionnant 14 heures par jour ; désinfection fréquente par la chaleur sèche du sable de culture et de la poterie. Ceci permet à la souche d'acariens de se conserver facilement et de procurer les œufs pour essais à toute époque de l'année.

Nombreux sont les expérimentateurs utilisant dans leurs tests un acarien fréquemment observé sur arbres fruitiers et susceptible d'y causer de grands dégâts : *Metatetranychus ulmi Koch*. Ce déprédateur a cependant l'inconvénient d'être moins prolifique que *Tetranychus telarius* ; et d'avoir, semble-t-il, une période de production d'œufs d'été difficilement extensible.

Méthode d'essai.

Principe.

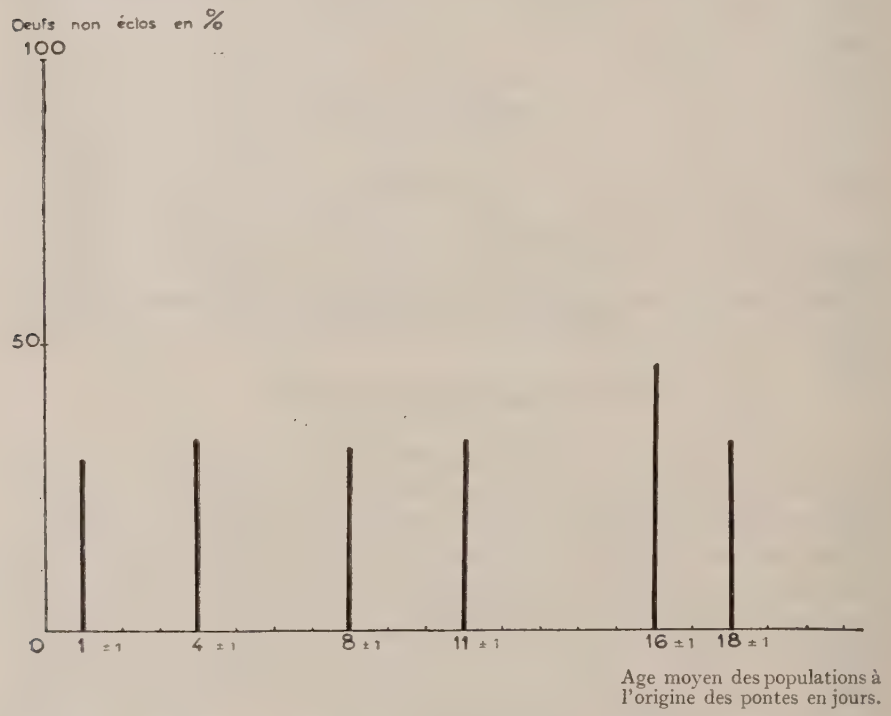
Le produit toxique, employé sous forme de bouillie est réparti par pulvérisation sur des œufs obtenus sur feuilles de haricots maintenus dans du sable saturé d'eau. L'effet de toxicité du film ainsi formé est apprécié par la mortalité apparaissant au sein des populations d'œufs ainsi traitées.

Obtention des œufs.

La solution la plus simple, fréquemment adoptée, consiste à utiliser des œufs présents sur des plantes infestées naturellement. L'âge de ce matériel d'essai ne peut être connu. Tout au plus peut-on dire que l'âge de chacun des œufs qui le compose est inférieur à un maximum correspondant à la durée du développement embryonnaire. Ce manque de précision sur un point qui peut être important dans une étude des réactions d'un matériel vivant à divers agents de nature physicochimique nous a amené à organiser les pontes d'acariens de façon à ne travailler que sur des populations d'œufs déposés dans un intervalle de temps connu et aussi restreint que possible.

Isolement des femelles adultes. — Les individus sont repérés à l'œil nu sur des plantes infestées, récoltés au moyen d'un petit pinceau à poils souples, puis transportés sur la face supérieure de chacune des feuilles cotylédonaires, seules conservées, de plants de haricots. Ce choix de la face supérieure normalement la moins fréquentée par les acariens, résulte de deux considérations principales : d'une part obtenir facilement un film toxique avec un appareil pulvérisant les bouillies de haut en bas, appareil dont il sera question par la suite ; d'autre part empêcher le départ par chute libre des acariens. La reconnaissance des individus désirables est basée uniquement sur un caractère morphologique facile à observer : la taille.

Sensibilité des œufs selon l'âge des femelles. — Nous avons cherché à savoir si l'âge des femelles avait une influence sur la sensibilité des œufs vis-à-vis des produits ovicides. Dans ce but, nous avons constitué une série de populations d'âges connus en partant de pontes de 24 heures réparties, dans le temps, sur une vingtaine de jours. L'apparition de nouvelles générations au sein de chaque population a été évitée en faisant passer les acariens à conserver, tous les trois jours, c'est-à-dire avant l'éclosion des œufs pondus, des plantes infestées à des plantes non



Graphique 1. — Mortalités des œufs traités à l'ester éthylique de l'acide 4.4.' dichlorbenzylique.

attaquées. Nous avons obtenu de cette façon 6 populations. L'âge moyen de chacune d'elles a été établi en tenant compte du fait que la totalité des femelles capables de déposer des œufs apparaît pratiquement 9 ± 1 jours après la fin des pontes dont elles proviennent. Nous avons alors réalisé un traitement ovicide comme sur des pontes de 24 heures fournies par des groupes de femelles de divers âges. Les résultats traduits dans le graphique 1 montrent que l'âge des acariens a peu d'influence sur la sensibilité des œufs.

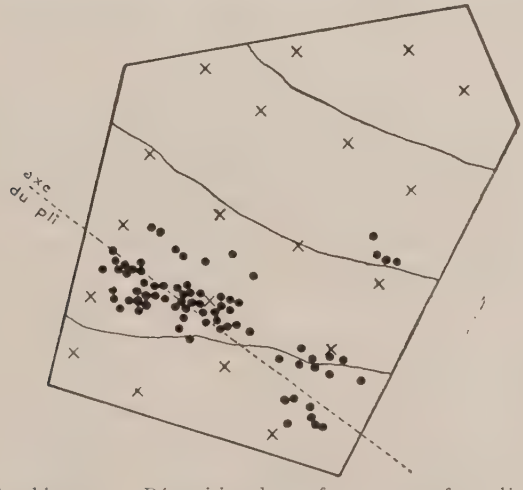
Dispersion des œufs. — Le déplacement des acariens et, partant, la dispersion des œufs, sont limités à une aire de 6 à 10 centimètres carrés, encadrée par un liséré fin et continu de glu. Il convient de noter qu'il est

rare qu'un acarien s'englue et cesse par conséquent de participer à la production des œufs.

Il est essentiel de choisir une aire de ponte aussi plane que possible et d'éliminer les zones présentant des reliefs importants (passages de

Graphique 2. — Répartition des œufs sur une surface à faible relief.

grosses nervures ondulations du limbe...). Les relevés 2, 3 et 4 montrent très nettement l'influence de ces « accidents topographiques » sur la localisation des œufs, influence d'autant plus néfaste que les œufs se



Graphique 3. — Répartition des œufs sur une surface plissée.

trouvent alors concentrés dans des zones où le dépôt de pesticide risque d'être irrégulier.

Conditions de ponte. — Les conditions de température, d'humidité relative et d'éclairage sont les mêmes que celles permettant le maintien de la souche.

Importance des pontes. — Une première série de contrôles a été réalisée dans le but de mettre éventuellement en évidence l'influence de l'âge des supports végétaux sur la ponte des acariens (donc sur le nombre d'œufs utilisables dans les tests). Le tableau I donne les résultats obtenus

Graphique 4. — Répartition des œufs sur une surface à forte nervation.

à la suite d'un temps d'infestation de 24 heures pour des groupes de 20 femelles réparties, soit sur des feuilles cotylédonaires très jeunes, ayant encore leur limbe plissé et en forme de gouttière très marquée, soit sur des feuilles de 3 semaines plus âgées que les précédentes.

Tableau I

Importance des pontes selon l'âge des tissus foliaires.

	Indicatifs des groupes de 20 femelles	Nombre d'œufs pondus par groupe pendant 24 heures	Nombre d'œufs moyen
Sur tissus jeunes	1	56	
	2	97	
	3	114	85
	4	77	
	5	88	
	6	81	
Sur tissus âgés	7	94	
	8	88	
	9	64	87
	10	102	
	11	82	
	12	96	

Les moyennes indiquées ne sont pas significativement différentes. En pratique seuls sont utilisés les plants de haricots dont les feuilles cotylédonaires, quel que soit leur âge, présentent à leur face supérieure, une portion plane nécessaire à l'obtention ultérieure d'une population d'œufs bien distribuée et d'un dépôt de pesticide régulier.

L'importance des pontes obtenues à la suite de l'isolement des femelles a été suivie dans le temps en contrôlant au binoculaire le nombre d'œufs pondus par des groupes d'environ 20 individus. Le tableau II traduit par le graphique 5, résume les résultats obtenus.

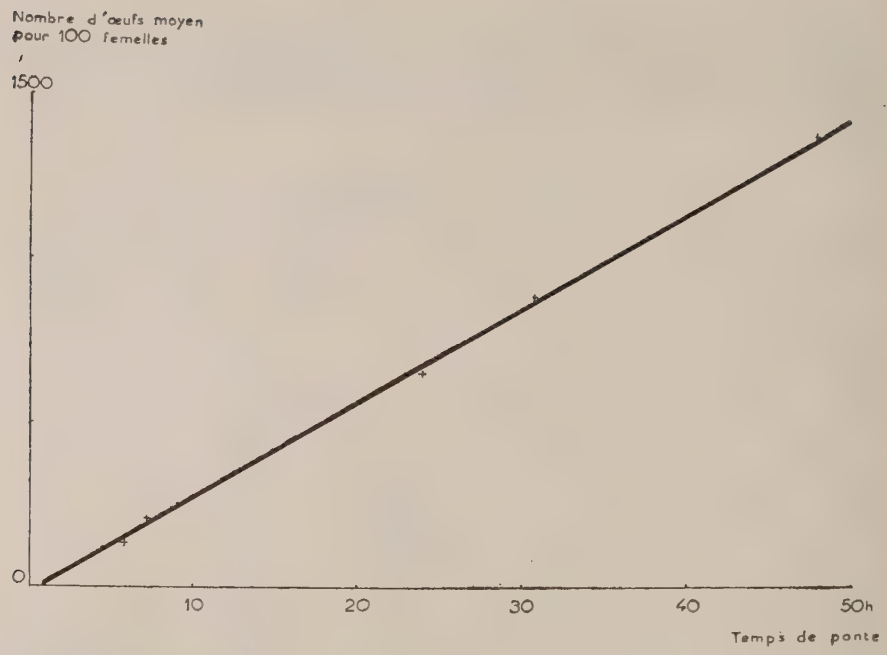
TABLEAU II

Nombre d'œufs pondus en fonction du temps de ponte.

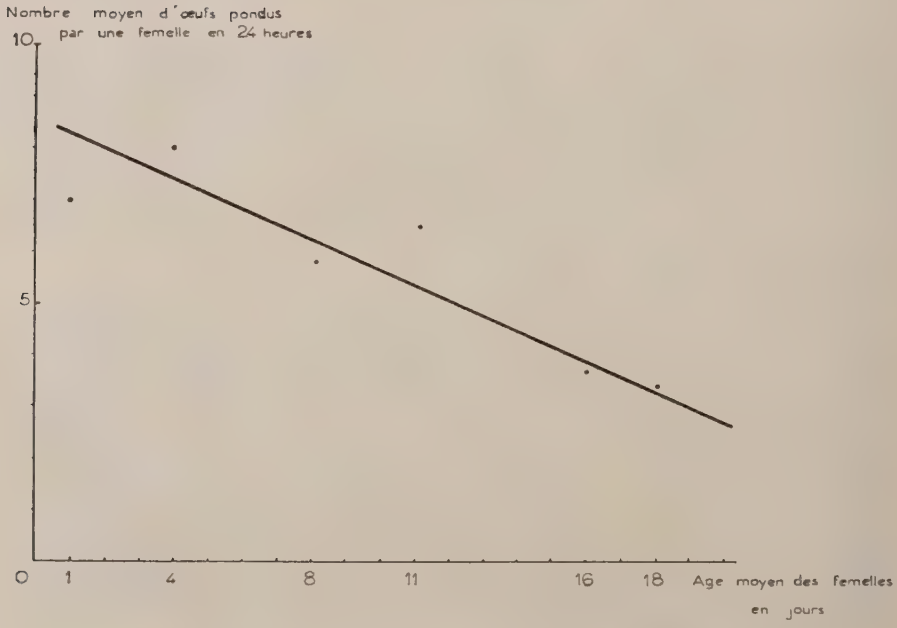
Durée de pontes	Populations nº	Nombre d'œufs	Nombre d'œufs pour 100 femelles	Nombre d'œufs moyen pour 100 femelles
5,30 h.....	1 (20 ♀)	34	170	
	2 (19 ♀)	29	152	144
	3 (19 ♀)	31	110	
7,20 h.....	1	44	220	
	2	43	226	204
	3	32	168	
24 h.....	1	147	735	
	2	123	647	657
	3	112	589	
31 h.....	1	189	945	
	2	165	868	888
	3	162	852	
48 h.....	1	280	1400	
	2	258	1357	1376
	3	261	1373	

Le nombre d'œufs déposés au cours de périodes allant de 0 à 48 heures, est donc en première approximation proportionnel à la durée d'infestation. Le fait de transporter d'une plante hôte à une autre les femelles pondeuses ne paraît pas provoquer, d'autre part, un ralentissement durable du rythme de ponte. Il est donc possible, moyennant l'emploi d'un nombre suffisant de femelles pendant un temps d'infestation court, d'obtenir des groupes, d'importance donnée, d'œufs d'âges relativement voisins. Ce moyen d'améliorer l'homogénéité dans chacun des groupes d'œufs impose par conséquent un accroissement de la durée de manipulation qui ne peut toutefois dépasser certaines limites dans une méthode devant être pratique et rapide.

Dans nos essais il s'est avéré commode de travailler sur des œufs pondus dans une période de 24 heures. La moyenne par individu du nombre d'œufs alors déposés, moyenne établie à partir de groupes de 20 femelles prélevées au hasard, varie d'ordinaire entre 4 et 7. Cette variation rend difficile l'obtention d'une population d'œufs d'importance numérique prévisible et constante ; elle peut être la conséquence d'une hétérogénéité créée à la récolte au sein des groupes de femelles ± âgées alors isolées : LINKE (7) signale en effet, dans une étude sur *Tetranychus althaeae*, une périodicité incontestable du nombre d'œufs déposés au cours de la période de ponte de cet acarien, cette observation est valable dans le cas de nos essais.



Graphique 5. — Dépôt des œufs en fonction du temps.



Graphique 6. — Nombre d'œufs pondus en fonction de l'âge des femelles.

Nous avons constaté, à la suite de l'isolement de groupes de femelles de divers âges, que le nombre moyen d'œufs pondus dans une période de 24 heures décroît lorsque l'âge moyen des individus augmente. Le graphique 6 condense les résultats obtenus à ce sujet.

Nettoyage des pontes.

Après le temps imparti au dépôt des œufs, les acariens femelles sont chassés de la surface de ponte par un courant d'air sous pression. Doivent être également soigneusement éliminés, toute toile, tout corps étranger, toute forme mobile introduite par erreur au moment de l'infestation : la formation du film toxique et les observations ultérieures de contrôle se trouvent ainsi facilitées. Le règlage du débit d'air se fait sous binoculaire de façon à être maximum sans être toutefois capable de détacher les œufs.

Nous avons utilisé puis abandonné le mode d'élimination des formes actives par succion employé par Eaton et Davies (2) ainsi que par Kirby et Kinlay (6), dans des essais sur œufs d'été de *Metatetranychus ulmi* Koch. Ce procédé nous paraît lent ; d'autre part la surface foliaire se trouve parfois brusquement plaquée sur l'aspirateur et certains œufs sont de ce fait traumatisés.

Le nettoyage à la brosse, tel qu'il est cité par Hintz (4) pour les pontes d'été de *Paratetranychus pilosus* suffit à entraîner les formes mobiles, tout au moins les femelles adultes que nous devons éliminer. Mais l'enlèvement des toiles de *Tetranychus telarius* est insuffisant. D'autre part des œufs sont fréquemment détachés de leur support. Nous avons donc abandonné ce procédé.

Traitement des œufs.

Méthode de traitement. — Divers procédés permettent de répartir la matière active à la surface des œufs. Eaton et Davies (2), Meltzer (8), Kenaga (5), Kirby (6) utilisent la technique du trempage en plongeant momentanément les œufs et leurs supports dans un liquide contenant le produit à étudier ; Yerington et Gertler (10) réalisent par pulvérisation un film toxique sur les œufs *in situ* ; Hintz (4) étend à l'aide d'un pinceau le pesticide dispersé dans un milieu liquide.

G. Viel et M^lle^ M. Chancogne (9) font à propos du choix de la technique d'application d'un produit, dans une étude des actions ovicides en général, une critique du trempage entièrement transposable au cas des essais acaricides qui nous concernent : le trempage, qui semble être le procédé de choix pour l'étude d'un composé en solution vraie ne l'est pas forcément pour l'étude du même composé dans une formule prête à l'emploi. De plus, le but des essais poursuivis est de déterminer l'action de produits généralement utilisés en pulvérisation.

La technique employée par HINTZ sur œufs d'été de *Paratetranychus pilosus* nous paraît trop brutale dans le cas des œufs de *Tetranychus telarius* : Au cours d'essais, nous avons constaté en effet que les œufs se détachent fréquemment, qu'ils sont roulés sur le limbe par le pinceau et souvent traumatisés : leur traitement ne peut être alors considéré comme identique à celui des œufs restés fixés. Nous avons retenu finalement la pulvérisation comme moyen de dispersion de la matière active.

Les pots contenant les plantes hôtes récemment nettoyées sont installés sur une plateforme tournante et passent périodiquement à la base d'une tour de pulvérisation, sous le jet vertical d'un pulvérisateur. Le liquide est expulsé à pression constante. Pendant la durée du traitement, les deux feuilles cotylédonaires de chaque pied de haricot sont maintenues horizontales par des supports installés sous chacune d'elles. Le traitement est arrêté au moment où le film sur la surface foliaire, est jugé suffisant : ce moment coïncide avec le début du phénomène de coalescence entre les gouttelettes déposées et correspond alors, dans les conditions où nous travaillons à un dépôt d'environ 6 mg/cm².

Le calcul du dépôt par unité de surface est basé, selon la méthode employée au laboratoire, sur la détermination par pesée de la quantité de liquide retenu, dans les mêmes conditions, par une surface connue de papier filtre. La saturation d'un tel papier risquant de rendre les mesures illusoires ne se réalise que pour une quantité de liquide reçu voisine de 12 mg/cm² ; cette quantité étant bien supérieure à celle que nous cherchons à mesurer, nous considérons ce procédé de mesure comme satisfaisant.

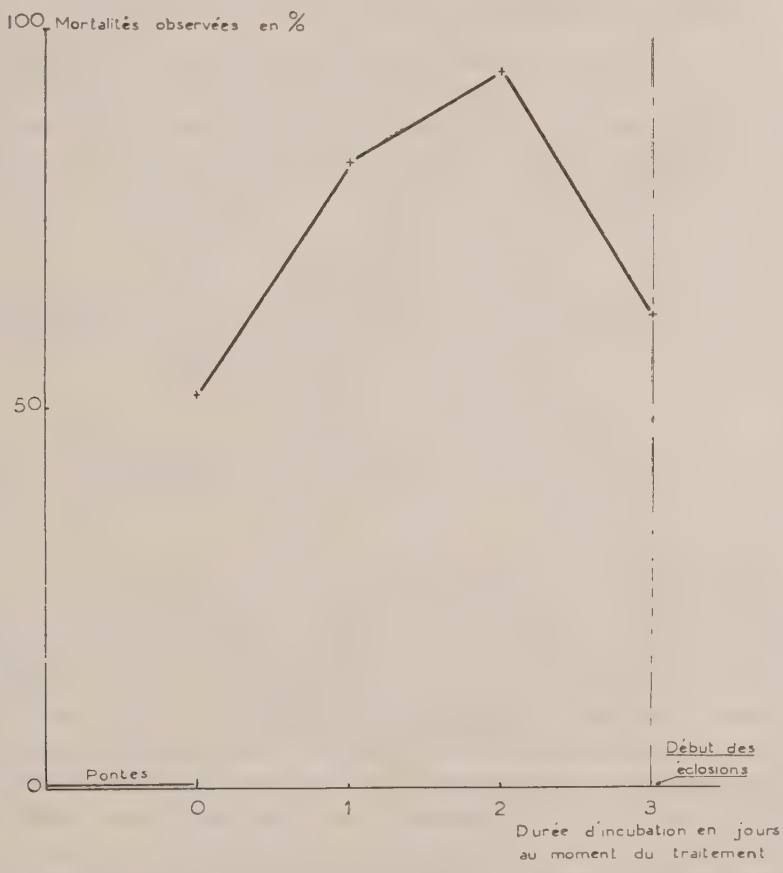
Connaissant la concentration du produit et le dépôt unitaire, il est facile de déterminer la quantité de matière active au cm² ; c'est ce résultat que nous utilisons par la suite pour la construction des courbes de mortalité.

Nous avons en effet remarqué que la mortalité des œufs dépendait de la concentration en produit toxique, mais que pour une concentration donnée elle variait en fonction de la quantité de matière active déposée par unité de surface. Le tableau III ci-dessous illustre les résultats obtenus dans le cas de divers traitements à base de chlorobenzylate employé à la dose constante de 20 g de matière active par hectolitre.

TABLEAU III

Concentration de la matière active dans le liquide pulvérisé en g/hl	Quantité de matière active déposée : en γ/100 cm²	Mortalité des œufs : (mortalité corrigée) %
20	16	0
20	32	19,6
20	48	41,9
20	64	62,1

Date de traitement. — Les populations d'œufs sont soumises aux pulvérisations immédiatement après l'élimination des femelles. Cette date de traitement a été choisie *a priori*. Un traitement sur des œufs plus âgés est également concevable puisque, comme nous l'indiquons par la suite, l'éclosion de pontes de 24 heures, dans les conditions où nous sommes placés, n'est totale qu'après 7 jours d'incubation. Pour obtenir des



Graphique 7. — Mortalité des œufs en fonction de leur durée d'incubation. Pulvérisation : Chlorobenzaylte 10gMA/hl. Dépôt : 43,37MA/100 cm².

résultats comparables, il est cependant essentiel d'utiliser, pour chaque essai, des œufs arrivés au même stade d'évolution. La sensibilité des pontes varie en effet dans de larges limites au cours de l'incubation (1). Le graphique 7, illustre les variations obtenues dans un cas précis et fait apparaître la nécessité d'opérer sur un matériel biologique d'âge bien déterminé. Après traitement, les plantes hôtes sont rentrées en étuve pour incubation des œufs.

Contrôle des résultats.

Principe. — L'action toxique d'un produit est jugée d'après la mortalité qu'il provoque au sein de populations d'œufs soumises au traitement pesticide. Il s'agit donc de déterminer à une date convenable la proportion d'œufs non éclos par rapport au nombre total d'œufs pondus.

Nombre de contrôles et choix des dates.

Le choix d'une date de contrôle a été fixé à la suite d'une série de vérifications permettant d'établir, dans les conditions d'incubation où sont placés les œufs, le rythme des éclosions des pontes de 24 heures.

Le tableau IV traduit par le graphique 8 illustre les résultats obtenus sur deux populations différentes A et B.

TABLEAU IV

Rythme des éclosions dans deux populations mises en observation.

Répartitions des œufs	Durée d'incubation (jours)						
	0	3	4	5	6	7	10
Population A :							
Éclos	0	0	0	17	60	62	62
Non éclos	65	65	65	48	5	3	3
Eclos %	0	0	0	26	92	95	95
Population B :							
Éclos	0	1	1	30	87	90	90
Non éclos	95	94	94	65	8	5	5
Eclos %	0	1	1	31	91	94	94

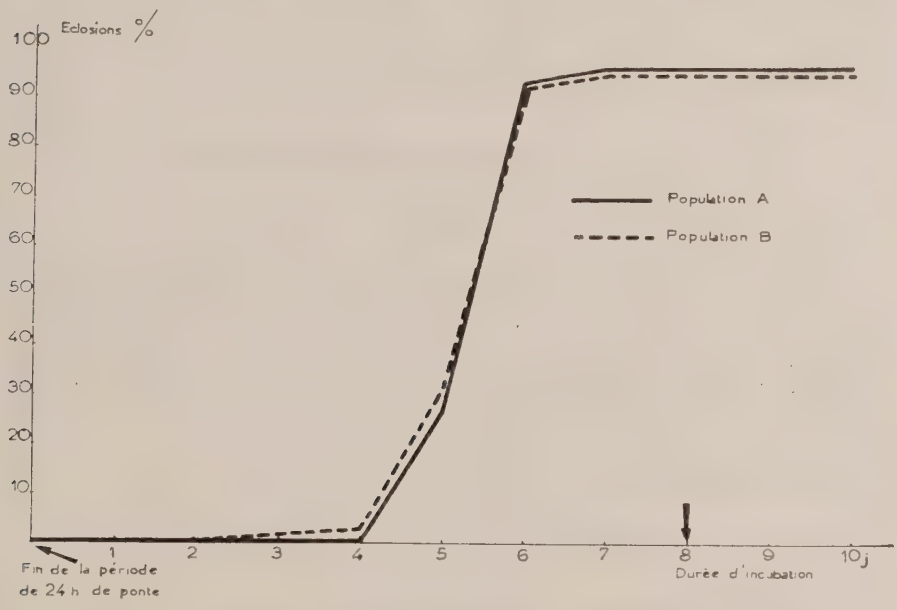
La période d'éclosion se plaçant entre le 4e et le 6e jour après la fin des pontes, deux contrôles pourraient être réalisés : l'un se situant avant cette période et permettant de connaître le nombre total des œufs pondus, l'autre se situant après et portant uniquement sur les œufs non éclos. Ce double contrôle que nous avons pratiqué est précis mais demande du temps.

HINTZ (4) préfère le contrôle unique réalisé après le temps d'incubation nécessaire et permettant de dénombrer à la fois les œufs non éclos et les larves, donc de retrouver le pourcentage de mortalité au sein des populations traitées.

Nous avons tenté un contrôle unique portant cette fois sur les œufs non éclos et sur les chorions abandonnés. Cette méthode est entachée d'erreurs grossières dues au fait que les chorions sont très fins, transparents et difficilement répérables.

Nous nous sommes donc ralliés au principe de HINTZ avec contrôle unique réalisé le 8e jour après la fin des pontes.

Cette date de contrôle ne doit pas être retardée car les œufs de la génération suivante sont susceptibles d'être déposés ainsi que nous l'avons précisé, dès le 8e jour après la fin des pontes de 24 heures. Pour faciliter les observations, les larves circulant à l'intérieur de l'aire précédemment limitée par la glu sont immobilisées par l'action de vapeurs d'acétate



Graphique 8. — Importance des éclosions dans deux populations mises en observation.

d'éthyle. Le dénombrement des formes mobiles porte à la fois sur les larves précédemment immobilisées et celles qui ont pu s'engluer.

Technique d'observation.

Peu de précisions sont données en général par les auteurs sur leur façon d'observer et de dénombrer les œufs d'acariens. Quelques détails sont cependant fournis par Eaton et Davies (2) : à l'occasion du contrôle au binoculaire de pontes de *Metatetranychus ulmi* sur face inférieure de feuilles de pommier, ces auteurs comptent les œufs à travers une plaque de verre carrée, celle-ci étant sans doute destinée à aplanir la feuille et à limiter les mises au point.

Kirby (6) reprenant la technique des chercheurs précédents, ramène l'observation de la feuille entière à celle d'une rondelle couvrant exactement le champ du binoculaire et servant de support à une population de 30 ou 40 œufs.

Dans le cas de nos essais, chacune des feuilles partiellement infestée, est détachée du pied mère au moment du contrôle, maintenue à plat sur

une plaque de verre par quelques bandes de papier collant et observée au binoculaire (grossissement 35), au travers d'une seconde plaque à rayures parallèles équidistantes, rendue solidaire de la première pendant la durée d'observation. L'écart fixe entre les deux plaques est d'environ 2 mm. Les œufs apparaissant sur un fond régulièrement cloisonné sont alors systématiquement repérés et dénombrés. Au moment du contrôle, un léger courant d'air sous pression est envoyé entre les deux plaques pour éliminer la condensation, sur le verre, de la vapeur d'eau provenant de la feuille.

2. — ÉTUDE D'EFFICACITÉ D'UN PRODUIT

Principe.

Une série d'essais préliminaires permet de repérer approximativement, pour un produit, la zone des concentrations provoquant des mortalités comprises entre 0 et 100 p. 100. Une seconde série est nécessaire afin d'étalonner l'efficacité du produit par rapport à celle d'un produit de référence. Cette comparaison des activités ovicides de deux produits repose sur l'étude de la position relative de leurs droites de régression, tracées sur un même graphique à l'aide des mêmes unités.

Utilisation du matériel biologique.

La construction d'une droite de régression impose l'essai d'un produit à plusieurs concentrations, chaque concentration étant testée sur un certain nombre d'œufs répartis en divers lots ou répétitions subissant les mêmes traitements. Pour des raisons pratiques, nous avons fixé à trois le nombre des concentrations utilisées dans les essais préliminaires et à quatre celui des concentrations employées dans les essais définitifs d'étalonnage. A chaque concentration correspondent six populations d'au moins cent œufs chacune, réparties par groupes de trois sur les deux feuilles cotylédonaires d'un même plant de haricot. Dans chacun de ces types d'essais se trouve incorporé un témoin.

Témoin. Établissement des mortalités.

Dans le cas d'étude de produits déjà mis en formule, seule est connue en général la nature de la matière active et sa concentration. La nature des autres composants, qu'ils favorisent ou non l'action du produit est le plus souvent inconnue. Dans ces conditions, seule l'action globale de l'ensemble, matière active + adjuvants, dispersé dans l'eau peut être étudiée. Les corrections aux résultats donnés par les formules prêtes à l'emploi sont fournies par conséquent par des populations témoins ne

subissant qu'une pulvérisation à l'eau. Nous avons constaté que ce traitement n'apporte aucune modification dans la mortalité naturelle des œufs qui reste inférieure en général à 10 p. 100.

Pour le cas de substance nouvelle préparée par un laboratoire de synthèse, il est nécessaire d'assurer, préalablement à la pulvérisation, une bonne dispersion du produit dans l'eau. Nous employons dans ce cas un émulsifiant à la concentration de 1 p. 1 000. L'étude d'efficacité ne portant que sur le produit de synthèse, le témoin est alors formé de populations traitées par de l'eau seule additionnée de l'émulsifiant à la concentration de 1 p. 1 000.

Dans tous les cas les populations témoins sont, comme les populations traitées, réparties en 6 répétitions par concentration.

Les mortalités observées sont calculées en pourcentages, en rapportant le nombre d'œufs non éclos au nombre total d'œufs pondus pour chaque concentration.

La formule d'Abbot :

$$\frac{\text{Mortalité observée} - \text{mortalité naturelle}}{100 - \text{mortalité naturelle}} \times 100$$

est alors utilisée pour corriger les mortalités notées précédemment en fonction des mortalités observées dans les témoins.

Étalon.

L'emploi d'un étalon s'impose par le fait que pour juger de l'intérêt d'un produit nouveau, il est nécessaire de comparer son action à celle d'un produit d'efficacité reconnue placé dans les mêmes conditions et servant de commune mesure à tous les essais. Nous avons choisi comme étalon un produit à base d'ester éthylique de l'acide 4 4' dichlorobenzylique.

Construction des droites de régression.

Après transformation des mortalités corrigées en probits de mortalités et des concentrations en logarithmes de concentrations, les droites représentatives de l'activité du produit en essai et de l'étalon sont construites selon la méthode décrite par Finney (3).

Lorsque les pentes de ces droites sont sensiblement égales, les doses léthales médianes, c'est-à-dire les concentrations provoquant des mortalités de 50 p. 100 et correspondant au probit 5 sont les seules caractéristiques que nous avons retenues pour établir la comparaison entre le produit en étude et le produit de référence.

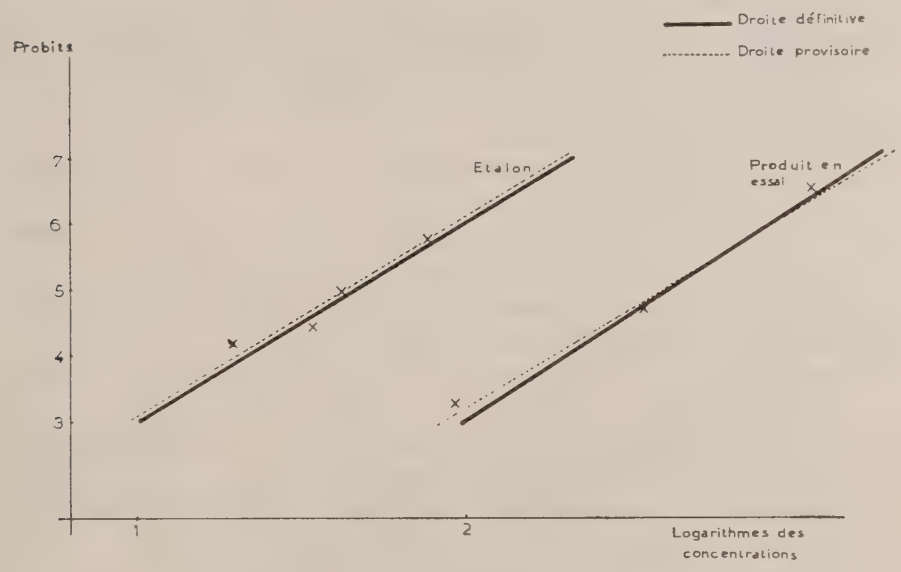
Tableau V

M. A. en γ/100 cm²	Logarithmes	Répétitions	Œufs pondus	Œufs non éclos	Mortalités moyennes %	Mortalités corrigées	Probits
Témoin 0		1	158	7	6	—	—
		2	107	10			
		3	132	8			
		4	161	9			
		5	124	10			
		6	146	9			
Étalon 19,5	1,29	1	145	69	24	19	4,12
		2	112	17			
		3	102	12			
		4	107	8			
		5	97	16			
		6	123	42			
34,0	1,53	1	154	38	31	27	4,38
		2	138	22			
		3	201	45			
		4	177	51			
		5	118	56			
		6	137	76			
42,5	1,62	1	121	52	50	47	4,92
		2	142	67			
		3	119	76			
		4	158	67			
		5	103	44			
		6	135	80			
75,9	1,88	1	153	94	77	76	5,70
		2	167	91			
		3	179	151			
		4	183	157			
		5	194	172			
		6	213	170			
Produit en étude (2) 91,5	1,96	1	92	10	10	4	3,24
		2	110	8			
		3	86	13			
		4	97	8			
		5	108	9			
		6	100	15			
346	2,53	1	109	42	42	38	4,69
		2	98	36			
		3	135	42			
		4	126	48			
		5	96	51			
		6	81	53			
1 120	3,04	1	97	92	93	93	6,47
		2	65	62			
		3	135	129			
		4	99	96			
		5	143	133			
		6	108	90			

(2) Échantillon à base de diphénylsulfone étudié après une conservation de trois ans.

Exemple d'étude d'efficacité.

Les résultats d'un essai préliminaire illustrant les principes exposés sont rassemblés dans le tableau V et traduits par le graphique 9. La méthode décrite par FINNEY, permet de construire pour chaque produit une droite provisoire de régression à partir de laquelle s'établit, après une série de calculs non rapportés ici, la droite définitive utilisée pour les études comparatives d'efficacité (graphique 9). Les équations linéaires, dans le cas présent, sont les suivantes pour l'étalon : $Y_1 = 2{,}99\ X_1 + 0{,}02$ et pour le produit en essai $Y_2 = 3{,}22\ X_2 - 3{,}40$. On en déduit, pour



Graphique 9. — Efficacités comparées d'un produit et de l'étalon.

$Y = 5$, $X_1 = 1{,}67$ et $X_2 = 2{,}61$. Les doses léthales médianes sont donc 46,7 pour l'étalon et 407 pour le produit en essai. Les droites de régression étant sensiblement parallèles, on peut dire, en prenant comme termes de comparaison les DL 50, que le produit en étude est 8 à 9 fois moins efficace que l'étalon de référence.

Précision des essais.

La méthode de calcul de FINNEY permet de calculer les limites de confiance pour chaque DL 50. On constate, d'après les résultats déjà obtenus, que les DL 50 peuvent être chiffrées avec une erreur relative de l'ordre de 10 p. 100 ou inférieure à cette limite.

APPLICATION DE LA MÉTHODE A L'ÉTUDE DE QUELQUES PRODUITS

Produits étudiés.

En application de la méthode décrite, nous avons cherché à comparer les actions ovicides d'un certain nombre de produits dont les caractéristiques sont les suivantes :

Produit n° 1 : liquide émulsionnable à 10 p. 100 de tétrachlordiphénylsulfone.

Produit n° 2 : poudre mouillable à 20 p. 100 de dithiophosphate de 0,0 diéthyle et de S 2,5 dichlorphénylthiométhyle.

Produit n° 3 : liquide émulsionnable à 25 p. 100 d'ester éthylique de l'acide 4 4' dichlorobenzylique.

Produit n° 4 : liquide émulsionnable à 25 p. 100 de 1,1 bis (4 chlorophényl) 2. 2,2 trichloréthanol.

Produit n° 5 : liquide émulsionnable à 25 p. 100 d'ester isopropylique de l'acide 4, 4' dichlorbenzylique.

Produit n° 6 : poudre mouillable à 80 p. 100 de parachlorobenzène sulfonate de parachlorophényle.

Produit n° 7 : poudre mouillable à 50 p. 100 de benzène sulfonate de parachlorophényle.

Produit n° 8 : liquide émulsionnable à 20 p. 100 d'isopropylamide de l'acide 0,0 diéthyldithiophosphorylacétique.

Produit n° 9 : liquide émulsionnable à 20 p. 100 de phosphate de diméthyle et de 2 carbométhoxy 1 méthylvinyle.

Produit n° 10 : liquide émulsionnable à 50 p. 100 de sulfite de S chloroéthyle et de α méthyl éthyl phenoxy p. *tert* butyle.

Produit n° 11 : liquide émulsionnable à 20 p. 100 de phosphate de diméthyle et de diéthylamidométhylchlorovinyle.

Produit n° 12 : liquide émulsionnable à 20 p. 100 de thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle.

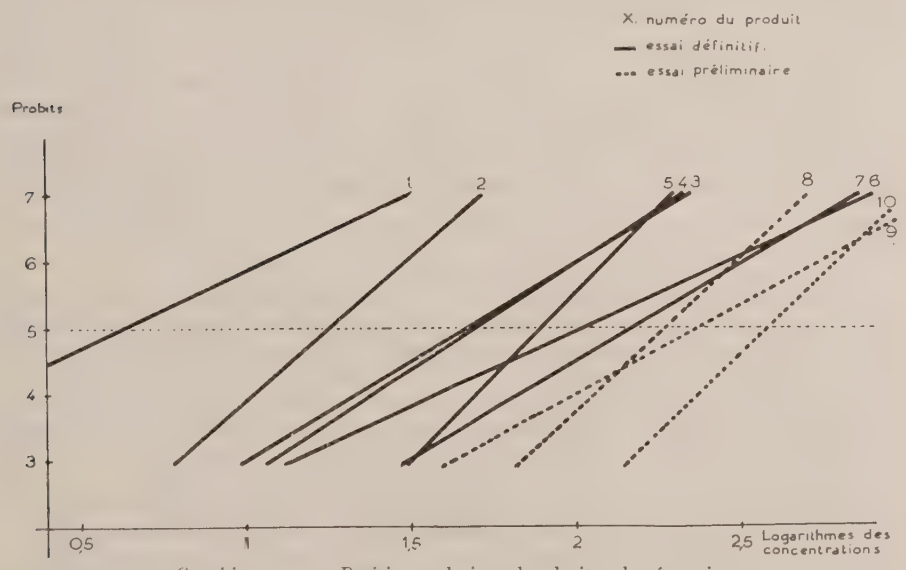
Produit n° 13 : liquide émulsionnable à 20 p. 100 de diméthylthiolo phosphoryl méthyl methoxypyrone.

Les six derniers produits n'ont été essayés qu'à trois concentrations au lieu de quatre. Nous avons pu calculer dans la plupart des cas les équations des droites de régression. Dans les résultats que nous donnons ci-dessous, nous faisons figurer le probit y de la mortalité corrigée en fonction du logarithme x de la concentration. La construction des droites de régression est réalisée dans le graphique 10.

TABLEAU VI

Numéro du produit	Équation linéaire	Logarithme de la DL 50	DL 50 (γ M. A./100 cm²)
1	$y = 2{,}27x + 3{,}60$	0,616	4,13
2	$y = 4{,}41x - 0{,}55$	1,258	18,1
3	$y = 2{,}99x + 0{,}02$	1,665	46,2
4	$y = 3{,}25x - 0{,}55$	1,707	50,9
5	$y = 5{,}09x - 4{,}66$	1,897	78,8
6	$y = 2{,}28x + 0{,}36$	2,035	108
7	$y = 2{,}95x - 1{,}44$	2,183	152
8	$y = 4{,}73x - 5{,}79$	2,281	190
9	$y = 2{,}69x - 1{,}43$	2,390	245
10	$y = 4{,}78x - 7{,}37$	2,587	386

Les DL 50 qui figurent dans le tableau VI ne suffisent pas à classer rigoureusement les produits les uns par rapport aux autres puisque les droites de régression traduisant l'efficacité de ces produits ne sont pas



Graphique 10. — Positions relatives des droites de régression.

parallèles les unes aux autres. Cependant, la position relative de ces droites permet de repérer les produits d'efficacité voisine et d'établir ainsi en fonction de l'efficacité décroissante sur œufs de *Tetranychus telarius L.* le groupement suivant :

Groupe 1 : Tetrachlordiphénylsulfone.

Groupe 2 : Dithiophosphate de 0,0 diéthyle et de S 2,5 dichlorphénylthiométhyle.

Groupe 3 : Ester éthylique de l'acide 4 4′ dichlorobenzylique.
1,1 bis (4 chlorophényl) 2, 2,2 trichloréthanol.
Ester isopropylique de l'acide 4 4′ dichlorbenzylique.

Groupe 4 : Parachlorobenzène sulfonate de parachlorophényle.
Benzène sulfonate de parachlorophényle.
Isopropylamide de l'acide 0,0 diéthyldithiophosphorylacétique.

Groupe 5 : Phosphate de diméthyle et de 2 carbométhoxy 1 méthylevinyle.
Sulfite de S chloroéthyle et de α méthyl éthyl phénoxy *p.* tert butyle.

CONCLUSIONS.

La méthode que nous appliquons dans l'étude d'efficacité de divers pesticides sur œufs fait appel à un acarien d'intérêt agricole certain. Le fait de traiter par pulvérisation des populations d'œufs maintenues sur des supports végétaux vivants contribue d'autre part à rapprocher les conditions d'essais du laboratoire des conditions de traitement en pleins champs, et à permettre une généralisation plus facile des résultats obtenus. Cependant, la méthode exposée n'est pas suffisamment précise pour permettre de différencier deux produits d'action très voisine. Cet inconvénient n'est cependant pas majeur dans le cas de nos essais dont le but est essentiellement de classer une formule commerciale nouvelle par rapport à un étalon connu, sans toutefois qu'une précision très grande soit nécessaire.

Reçu pour publication le 18 *juillet* 1958.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) COULON (J.). — Sur la sensibilité des œufs de Tetranychus telarius L. pendant la période d'incubation. *C. R. Acad. Sc.* 246, 3696-3698, séance du 30 juin 1958.
(2) EATON (J.) and DAVIES (R. G.). — The insecticidal activity of some synthetic organo-phosphorus compounds. *Ann. App. biol.* **92**, 104, 1950.
(3) FINNEY (D. J.). — Probit analysis. A statistical treatment of the sigmoid response curv, *Cambridge University press*, 1947.
(4) HINTZ (H. W.). — Laboratory tests of acaricides on eggs of European red mite. *J. Ec. Ent.*, **46**, 112-115, 1953.
(5) KENAGA (E. E.). — The toxicity of some bis — (Substitued phenoxy) — methanes to the Two-Spotted Spider Mite and mexican Bean Beetle, *J. Ec. Ent.*, **42**, 998, 1949.
(6) KIRBY (A. H. M.) and Mc KINLAY (K. S.). — Laboratory experiments on the toxicity of potential acaricides. *Annuals Report East Malling Research Station*, 164-171, 1951.
(7) Dr LINKE (W.). — Recherches sur la Biologie et l'Epidémiologie de l'acarien Tetranychus althaeae V. Hanst, tout spécialement de celui vivant sur houblon, *Höfchen Briefe*, **4**, 1953.
(8) MELTZER (J.). — The investigation of acaricides and red spider ovicides in the laboratory. *T. Pflantenzickt*, **61**, 130-142, 1955.
(9) VIEL (G.) et CHANCOGNE (M.). — Étude des actions ovicides. I. techniques d'essai, *Ann. Epiph.*, 293-306, 1950.
(10) YERINGTON (A. P.) and GERTLER (S.I.) — Acaricidal properties of 2 — cyclohexyl — 4, 6 dinitrophenyl and pentachlrophenyl acetates. *J. Ec. Ent*, **48**, 215, 1955.

INFLUENCE DE QUELQUES PRODUITS ANTICRYPTOGAMIQUES SUR LE RENDEMENT DE LA POMME DE TERRE : ACTION FONGICIDE ET ACTION PHYSIOLOGIQUE

PAR

M. GUNTZ, M. HASCOET, E. VENTURA et J. ARNOUX

Station Centrale de Pathologie Végétale, Laboratoire de Phytopharmacie
Laboratoire de Biométrie et d'expérimentation agricole, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.
II. — Essais réalisés en 1954.
III. — Essais réalisés en 1955.
IV. — Essais réalisés en 1956.
V. — Discussion.
VI. — Conclusions générales.

I. — INTRODUCTION

Le mildiou constitue une menace sérieuse pour la culture de la pomme de terre dans nos régions. L'importance de l'attaque est variable selon les années, mais rarement négligeable : dans un pays voisin, THIEDE a pu établir au cours de 754 essais échelonnés sur les années 1950 à 1956 que la baisse de rendement des parcelles non protégées atteignait en moyenne 20,9 p. 100. La mise en œuvre de moyens de défense efficaces s'impose donc et cette lutte revêt un double aspect : recherche de variétés résistantes et lutte chimique.

Actuellement la plupart des variétés courantes sont sensibles à la maladie et la lutte chimique reste indispensable.

Les produits destinés à cet usage sont choisis en fonction de leur aptitude à protéger le feuillage des attaques du parasite, et, à cet égard, les dérivés cupriques ont acquis une réputation d'efficacité bien établie.

Cependant, depuis une dizaine d'années, on a vu apparaître divers composés organiques dont l'emploi contre le mildiou de la pomme de terre tend à se développer. C'est d'ailleurs l'utilisation comparée de ces deux catégories de fongicides qui a permis de mettre en relief l'action dépressive exercée par les produits cupriques sur la végétation.

Sans doute HORSFALL a-t-il signalé depuis longtemps sur la pomme de terre des cas de « nanisme » consécutifs à l'utilisation de la bouillie bordelaise ; mais les excellentes qualités fongicides des composés cupriques assurant aux cultures traitées des gains de récolte importants, la phytotoxicité du cuivre n'apparaissait pas et les expérimentateurs la tenait généralement pour négligeable.

Ce sont des essais récents, dans lesquels les fongicides de synthèse étaient expérimentés comparativement aux produits cupriques, qui ont permis d'observer, à protection égale, des plus-values de récolte en faveur des composés organiques.

Deux hypothèses extrêmes furent alors émises :

a) les fongicides de synthèse exercent une action favorable sur la végétation,

b) ces composés n'exercent aucune action propre ; ils mettent simplement en évidence la phytotoxicité notable des dérivés cupriques.

Pour élucider cette question, il était nécessaire de comparer les rendements des parcelles traitées aux fongicides cupriques ou organiques aux rendement des parcelle non protégées, exemptes de mildiou.

Or, dans la plupart des essais réalisés, les champs expérimentaux ne sont pas à l'abri du mildiou ; les rendements dépendent à la fois de l'efficacité fongicide et de l'action physiologique, favorable ou non à la plante ; une haute valeur anticryptogamique peut donc dissimuler une légère action dépressive et, au contraire, une influence favorable sur la plante peut être masquée par une efficacité insuffisante contre la maladie.

Une étude séparée des deux facteurs : « activité anticryptogamique » et « influence physiologique » a été entreprise par nos services de 1954 à 1956.

Les essais de 1954 visaient essentiellement à préciser l'action physiologique d'un produit cuprique type, la bouillie bordelaise,et de deux composés organiques, le zinèbe et le captane.

En 1955 et 1956, l'expérimentation a été étendue à d'autres fongicides cupriques.

Ces travaux ont été effectués parallèlement dans des régions peu favorables à la maladie et dans un lieu propice à son développement.

La comparaison des résultats obtenus devait permettre de déterminer l'influence respective de l'action physiologique et de l'efficacité anti-cryptogamique sur le rendement dans le cas d'une culture attaquée par le parasite.

II. — ESSAIS RÉALISÉS EN 1954

Cette expérimentation avait pour unique objet l'étude de l'action physiologique en l'absence de mildiou.

Disposition et réalisation des essais.

Trois essais identiques comportant chacun 4 traitements, appliqués à trois variétés de pommes de terre de précocité différente, ont été mis en place en des régions réputées peu favorables au mildiou.

Le dispositif expérimental adopté était celui d'une série d'essais complexes multilocaux, avec parcelles subdivisées, les deux facteurs de variation étant la variété de pomme de terre et le traitement.

Il y avait donc au total 3 essais (lieux), comportant chacun 4 répétitions de 3 parcelles initiales (variétés), subdivisées en 4 parcelles élémentaires (traitements) de 50 plantes chacune.

Des lignes supplémentaires avaient été prévues, les unes pour séparer les parcelles, les autres pour permettre de suivre la tubérisation au fur et à mesure de la croissance des plantes.

Les divers éléments de cette expérimentation étaient les suivants :

Lieux : Braye-en-Laonnois (Aisne), Rethel (Ardennes) ; Vendrest (Seine-et-Marne).

Variétés : Viola, Bintje, Ackersegen.

Traitements : Bouillie bordelaise (25 p. 100 Cu métal)-2 p. 100 ; Zinèbe (65 p. 100 M. A.)-3 p. 1 000 ; Captane (50 p. 100 M. A.)-5 p. 1 000 ; Témoin non traité.

Le tableau I résume les dates de plantation, traitements et arrachage. Les traitements ont été réalisés à l'aide de pulvérisateurs à dos (6 à 8 kg de pression), les quantités de liquide utilisées à l'hectare variant selon le développement du feuillage et atteignant 1 000 à 1 200 litres pour les plantes adultes.

TABLEAU I

Essais de 1954. *Dates de plantation, traitements et arrachage*

Dates	Lieux		
	Braye-en-Laonnois	Rethel	Vendrest
Plantation	[illegible] avril	[illegible] avril	[illegible] mai
Traitements :			
1	18 juin	17 juin	11 et 17 juin
2	3 juillet	2 juillet	6 et 13 juillet
3	20 juillet	17 juillet	21 juillet
Arrachage	[illegible] août	[illegible] août	[illegible] septembre

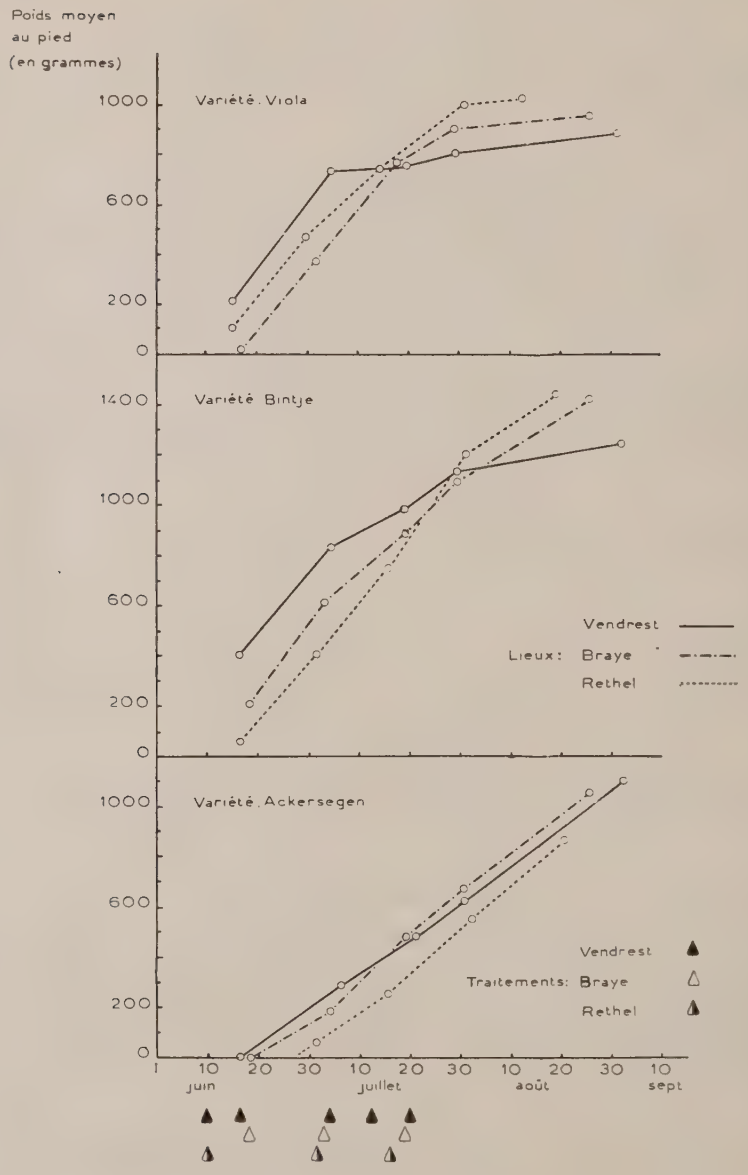


FIG. 1. — Essais de 1954.

Courbes de tubérisation des variétés Viola, Bintje et Ackersegen à Braye-en-Laonnois, Rethel et Vendrest.

La figure 1 reproduit les courbes de tubérisation approximatives de chaque variété pour les différents lieux d'essais.

Les récoltes ont été calibrées, pesées et dénombrées.

Résultats.

Le tableau II rend compte des rendements obtenus par lieu et variété pour une récolte de 200 plantes (4 répétitions).

TABLEAU II

Essais de 1954. *Rendements observés.*

	Témoin		Bouillie bordelaise		Captane		Zinèbe	
Rethel :	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Viola.....	225,9	(100)	212,5	(94)	238,5	(106)	242,1	(107)
Bintje.....	291	(100)	291,8	(100)	293,5	(101)	303,4	(104)
Ackersegen	179,9	(100)	177,6	(99)	179,3	(100)	193,7	(110)
Braye en Laonnois :								
Viola.....	244,9	(100)	199,6	(81)	245,9	(100)	248	(101)
Bintje.....	297,1	(100)	290,1	(98)	333,5	(112)	330,1	(111)
Ackersegen	240,3	(100)	215,1	(89)	247	(103)	254,2	(106)
Vendrest :								
Viola.....	194,8	(100)	188,4	(96)	204,4	(107)	199,3	(102)
Bintje.....	279,5	(100)	255,5	(91)	284,5	(102)	287	(103)
Ackersegen	261,4	(100)	223,2	(85)	259,7	(100)	260,9	(100)

(1) Poids pour 200 plantes (kg).
(2) Rendement par rapport au témoin correspondant (%).

Les tableaux III et IV indiquent les rendements par lieu d'essai pour l'ensemble des variétés et par variété pour l'ensemble des essais, la récolte correspondant ici à 600 plantes (12 répétitions).

TABLEAU III

Essais de 1954.

Influence des produits de traitement en fonction du lieu de plantation

	Témoin		Bouillie Bordelaise		Captane		Zinèbe	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Rethel	696,8	(100)	681,9	(98)	711,3	(102)	739,2	(106)
Braye en Laonnois	782,3	(100)	704,8	(90)	826,4	(106)	832,3	(106)
Vendrest	735,7	(100)	667,1	(91)	748,6	(102)	747,2	(102)

(1) Poids pour 600 plantes (kg).
(2) Rendement par rapport au témoin (%).

TABLEAU IV

Essais de 1954.

Influence des produits de traitement en fonction de la variété.

	Témoin		Bouillie Bordelaise		Captane		Zinèbe	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Viola	665,6	(100)	600,5	(90)	688,8	(103)	689,4	(103)
Bintje.....	867,6	(100)	837,4	(97)	911,5	(105)	920,5	(106)
Ackersegen	681,6	(100)	615,9	(90)	686	(101)	708,8	(104)

(1) Poids pour 600 plantes (kg).
(2) Rendement par rapport au témoin (%).

Indications particulières.

1° Les deux premiers traitements de VENDREST (11 juin et 6 juillet) ont dû être répétés une semaine plus tard par suite de pluies survenues en cours de pulvérisation ou sitôt après.

2° Les arrachages de Braye-en-Laonnois et surtout de Rethel ont été effectués un peu avant la maturité complète des plantes par suite de l'apparition du Mildiou. Bien que l'influence exercée par la maladie sur la tubérisation fut de courte durée, le rendement des parcelles non protégées s'est trouvé réduit : ceci apparaît à la lecture du tableau III (résultats de Rethel) où les parcelles témoins ont un rendement à peine supérieur à celui des parcelles traitées à la bouillie bordelaise. Cette observation met en évidence la rigueur qu'exigent de pareils essais, puisque la présence du parasite risque, en moins d'une semaine, de modifier les rapports existant entre les rendements des parcelles traitées et non traitées.

Interprétation des résultats.

Malgré les réserves précédentes, l'analyse statistique des résultats conduit à des conclusions nettes :

1° La bouillie bordelaise à 2 p. 100 (5 kg de cuivre par hectare) exerce sur la végétation un effet dépressif constant. Dans les conditions de cet essai, la diminution de rendement qui en est résultée est de l'ordre de 10 p. 100.

2° Les effets respectifs du zinèbe et du captane sur le rendement sont comparables ; ils sont d'ailleurs variables selon les lieux. Aucune action dépressive n'a été constatée ; une légère augmentation du rendement est même apparue dans certaines conditions qui restent à préciser.

3° L'action des produits est sensiblement identique pour les différentes variétés soumises à l'essai.

En résumé, cet essai a permis de mettre en évidence la phytotoxicité de la bouillie bordelaise et l'inocuité des composés organiques utilisés.

Ces données étant établies, il importait de répondre aux questions suivantes :

a) dans quelles limites l'effet dépressif des composés cupriques peut-il varier suivant leur nature, leur dose d'emploi, les conditions climatiques de l'année ?

b) Quelle est l'importance relative de l'action physiologique et de l'action fongicide à l'égard des rendements obtenus en présence du mildiou ?

Ce sont les problèmes que nous avons tenté de résoudre en 1955 et 1956.

III. — ESSAIS RÉALISÉS EN 1955

Dans cette expérimentation, divers composés cupriques, organiques ou mixtes ont été mis en comparaison, en l'absence ou en présence de mildiou.

Disposition et réalisation des essais.

Une seule variété de pomme de terre était utilisée : Bintje. Chaque essai comportait 7 produits appliqués à 3 doses différentes et devait être répété en 3 emplacements distincts, dont un très favorable au Mildiou.

Le dispositif mis en œuvre était analogue à celui de 1954, les facteurs de variation étant cette fois le traitement et la dose. Il comprenait 3 essais (lieux), avec chacun 5 répétitions de 3 parcelles initiales (doses), subdivisées en 7 parcelles élémentaires (produits) de 40 plantes chacune.

Les données expérimentales étaient les suivantes :

Lieux : Andelu (Seine-et-Oise) ; Rethel (Ardennes) ; Ploudaniel (Finistère).

Produits et doses (voir tableau V).

TABLEAU V

Essai de 1955.

Produits utilisés et doses d'emploi.

Produits	Composition	Doses d'emploi (produit commercial en kg/ha)		
Sulfate de cuivre (B. Bordelaise)	25 % Cu métal	5	10	20
Oxychlorure tétracuivrique	50 % Cu	2,5	5	10
Oxyde cuivreux + Huile minérale	40 % Cu	3,125	6,25	12,5
Oxychlorure tétracuivrique + Zinèbe	37,5 % Cu 15 % Zinèbe	2	4	8
Zinèbe + Oxychlorure tétracuivrique	50 % Zinèbe 12 % Cu	1,25	2,5	5
Zinèbe	65 % Zinèbe	1	2	4
Captane (Ploudaniel)	50 % Captane	2,5	5	10
ou témoin non traité (Andelu-Rethel)				

Dans les essais d'Andelu et Rethel, les parcelles de référence n'étaient pas protégées. A Ploudaniel, par contre, ces mêmes parcelles étaient traitées au captane, afin d'éviter la création de foyers de maladie pouvant nuire à l'homogénéité du champ. C'est le seul élément qui différencie ces essais.

Le tableau VI indique les dates de plantation, traitements et destruction chimique du feuillage.

Les pulvérisations étaient réalisées suivant la même technique qu'en 1954. La tubérisation n'a été suivie avec précision que pour l'essai de Rethel (fig. 2).

Tableau VI

Essais de 1955.
Dates de plantation, traitements et arrachage

Dates	Lieux		
	Andelu	Rethel	Ploudaniel
Plantation	15 Avril	10 Avril	19 Avril
Traitements			
1	23 Juin	21 Juin	9 Juin
2	4 Juillet	5 Juillet	21 Juin
3	15 Juillet	20 Juillet	4 Juillet
Destruction chimique des fanes	29 Juillet	2 Août	28 Juillet

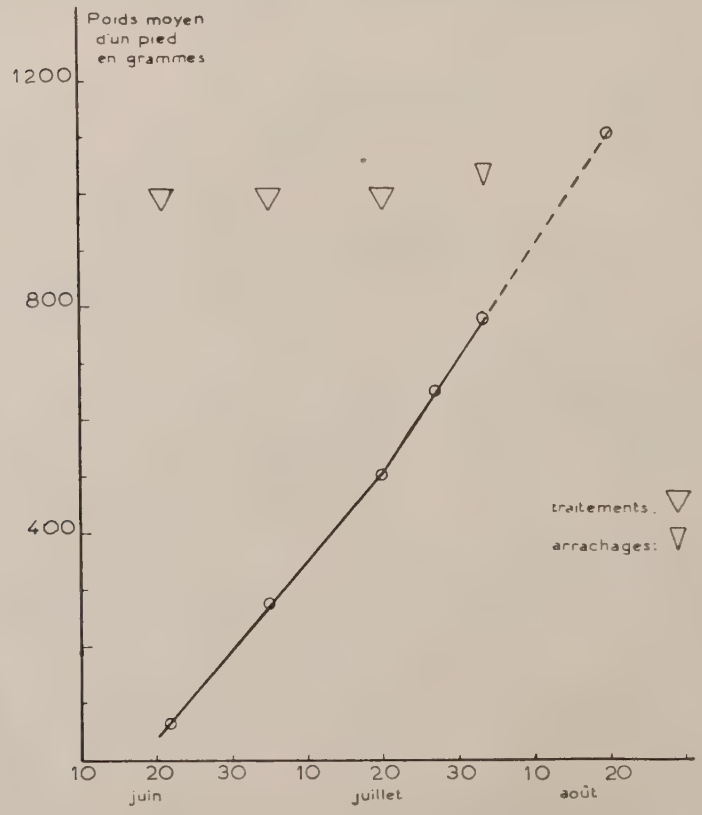


Fig. 2. — Essais de 1955. Courbe de tubérisation de la variété Bintje à Rethel.

Résultats.

Le tableau VII donne le détail des rendements obtenus (récolte de 200 plantes) dans les trois essais et, pour Ploudaniel, le pourcentage de feuillage détruit par le mildiou avant le brûlage des fanes.

TABLEAU VII

Essais de 1955.

Résultats.

Produits	Doses	Essais sans mildiou Rendements obtenus						Essai avec mildiou Ploudaniel		
		Andelu		Rethel		Total des 2 essais		Rendements obtenus		Pourcentage de feuillage détruit
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
Oxyde cuivreux + huile	1	208,5	(104)	152,3	(94)	360,8	(100)	166,1		35,6
	2	194,4	(97)	160,1	(99)	354,5	(98)	176,4		14,4
	3	181,0	(90)	158,1	(98)	339,1	(94)	169,0		6,4
	Moyenne	*194,6*	*(97)*	*156,8*	*(97)*	*351,4*	*(97)*	*170,5*	*(99)*	*18,8*
Sulfate de cuivre	1	195,3	(97)	156,8	(97)	352,1	(97)	168,8		29,8
	2	193,9	(97)	160,2	(99)	354,1	(98)	171,5		13,3
	3	188,9	(94)	162,7	(101)	351,6	(97)	163,2		14,1
	Moyenne	*192,7*	*(96)*	*159,9*	*(99)*	*352,6*	*(97)*	*167,8*	*(97)*	*19,0*
Oxychlorure de cuivre	1	200,0	(100)	170,6	(106)	370,6	(102)	160,7		30,6
	2	197,6	(98)	154,3	(95)	351,9	(97)	176,2		16,8
	3	194,2	(97)	153,3	(95)	347,5	(96)	178,0		12,5
	Moyenne	*197,2*	*(98)*	*159,4*	*(99)*	*356,6*	*(98)*	*171,6*	*(99)*	*19,9*
Témoin non traité (Andelu-Rethel) ou Captane (Ploudaniel)	1	196,7		164,1		360,8		165,7		23,4
	2	204,1		161,7		365,8		169,3		28,7
	3	198,4		157,1		355,5		180,4		9,6
	Moyenne	*199,7*	*(100)*	*160,9*	*(100)*	*360,7*	*(100)*	*171,8*	*(100)*	*20,5*
Cuivre-Zinèbe	1	189,7	(94)	162,6	(101)	352,3	(97)	170,7		14,7
	2	208,1	(104)	150,8	(93)	358,9	(99)	172,1		19,2
	3	197,8	(98)	162,1	(100)	359,9	(99)	168,8		5,1
	Moyenne	*198,5*	*(99)*	*158,5*	*(98)*	*357,0*	*(98)*	*170,5*	*(99)*	*13,0*
Zinèbe-Cuivre	1	209,6	(104)	152,5	(94)	362,1	(100)	169,9		24,5
	2	200,9	(100)	164,7	(102)	356,6	(101)	175,0		23,5
	3	202,3	(101)	146,8	(91)	349,1	(96)	179,1		12,1
	Moyenne	*204,2*	*(102)*	*154,6*	*(96)*	*358,9*	*(99)*	*174,6*	*(101)*	*20,0*
Zinèbe	1	198,8	(99)	157,6	(97)	356,4	(98)	182,6		15,5
	2	205,3	(102)	159,1	(98)	364,4	(101)	182,9		7,2
	3	200,5	(100)	169,3	(105)	369,8	(102)	185,3		10,5
	Moyenne	*201,5*	*(100)*	*162,0*	*(100)*	*362,5*	*(100)*	*183,6*	*(106)*	*11,0*

(1) Poids pour 200 plantes (kg)
(2) Rendement par rapport au témoin (%)

Indications particulières.

Des conditions climatiques anormales ont contrarié la réalisation de ces essais.

1° A Andelu et à Rethel, des pluies abondantes ont déterminé à la fin du mois de juillet l'apparition des premières taches de mildiou, rendant ainsi nécessaire la destruction des fanes. Celle-ci a pu être réalisée

dès l'apparition des taches dans le champ d'essai d'Andelu, tandis qu'à Rethel elle n'a pu être effectuée que trois jours après les premières éclosions.

Une infestation aussi limitée ne pouvait affecter de façon notable le rendement, mais le brûlage des fanes a stoppé le développement de la végétation avant sa complète maturité (fig. 2).

Ceci restreint donc la signification des résultats obtenus ; il s'agit de comparaisons entre récoltes à une époque déterminée et non à maturité.

2° Par contre, à Ploudaniel, une sécheresse exceptionnelle a retardé l'apparition du mildiou et ralenti son évolution. Ainsi, le 22 juillet on notait à peine plus d'un tiers de surface foliaire détruite dans la parcelle la plus atteinte.

L'influence de la maladie sur le rendement s'est donc peu manifestée. Enfin l'arrachage est intervenu également avant la fin de la tubérisation.

Interprétation des résultats.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les produits, qu'il s'agisse de leur action physiologique ou de leur valeur fongicide. Ceci n'est guère surprenant si l'on tient compte des réserves faites précédemment.

Dans les essais d'Andelu et Rethel, on constate cependant, comme en 1954, l'absence d'action dépressive des composés organiques. On note également, bien que très atténué, un certain effet défavorable des composés cupriques sur le rendement.

Les essais réalisés en 1955 ont donc permis de constater combien la phytotoxicité des composés cupriques peut varier selon les conditions climatiques de l'année, mais l'influence de la nature des composés cupriques et de leurs doses d'emploi sur les rendements n'a pu être démontrée de façon satisfaisante. Il en est de même de l'importance respective de l'activité fongicide et de l'action physiologique des produits étudiés sur la récolte.

Ces problèmes ont fait l'objet d'une nouvelle expérimentation en 1956.

IV. — ESSAIS RÉALISÉS EN 1956

Deux types d'essai ont été mis en place. Le premier, analogue à celui de 1955, comportait cependant une variante, introduite dans le but de pouvoir comparer l'un à l'autre, dans leur ensemble, les deux groupes de produits constitués par les cupriques d'une part, les organiques et mixtes d'autre part.

Le second type d'essai se limitait à l'étude d'un produit bien représentatif de chaque groupe, en l'occurence le zinèbe et l'oxychlorure de

cuivre, sous le double aspect des doses d'utilisation et des fréquences de traitement.

La variété Bintje était seule utilisée dans tous les cas.

A. — PREMIERE SÉRIE D'ESSAIS

Disposition et réalisation des essais.

Chaque champ d'expérience comportait 2 groupes de produits à 2 doses d'emploi et devait être répété en 3 emplacements distincts, dont un très favorable au mildiou et les autres peu exposés.

Il y avait donc au total 3 essais, avec chacun 5 répétitions de 4 grandes parcelles (2 doses × 2 groupes de produits), subdivisées en 4 parcelles élémentaires (produits d'un même groupe) de 60 plantes chacune.

Les doses d'utilisation des composés organiques et mixtes ont été fixées en vue d'établir des rapports simples entre les divers traitements et de permettre une comparaison aisée entre eux. Le tableau VIII met ces éléments en évidence.

Les données expérimentales étaient les suivantes :

Lieux : Saint-Germain (Seine-et-Oise) ; Versailles (Seine-et-Oise) ; Ploudaniel (Finistère).

Produits et doses : tableau VIII.

TABLEAU VIII

Essais de 1956. 1re *Série.*
Produits utilisés et doses d'emploi.

Nature du produit et composition	Dose	Doses d'emploi en kg/ha		
		Produit commercial	Cu métal	Zinèbe
1er Groupe :				
Sulfate de cuivre (B. Bordelaise) : 25 % Cu	1	10	2,5	
	2	20	5,0	
Oxychlorure tétracuivrique : 50 % Cu	1	5,0	2,5	
	2	10	5,0	
Oxyde cuivreux (+ Huile minérale) : 40 % Cu	1	6,25	2,5	
	2	12,5	5,0	
Témoin				
2e Groupe :				
Oxychlorure tétracuivrique + Zinèbe : 37,5 % Cu — 15 % Zinèbe	1	3,3	1,25	0,5
	2	6,6	2,5	1,0
Zinèbe + Oxychlorure tétracuivrique : 50 % Zin — 15 % Cu	1	4,15	0,72	2,075
	2	8,3	1,245	4,15
Zinèbe : 65 % MA	1	3,2		2,08
	2	6,4		4,16
Témoin				

Le tableau IX groupe les indications relatives à la plantation, aux traitements et à l'arrachage.

L'évolution du mildiou à Ploudaniel a fait l'objet de notations fréquentes qui ont permis d'établir pour chaque produit la date de demi-destruction du feuillage.

TABLEAU IX

Essais de 1956. 1re *Série.*

Dates de plantation, traitements et arrachage

Dates	Lieux		
	Versailles	Saint-Germain	Ploudaniel
Plantation	7 avril	11 avril	12 avril
Traitements :			
1	12 juin	13 juin	5 juin
2	27 juin	28 juin	21 juin
3	12 juillet	13 juillet	6 juillet
Arrachage	23 août	3 septembre	11 septembre

TABLEAU X

Essais de 1956. 1re *Série.*

Résultats.

Produits	Doses	Essai « sans mildiou » *Saint-Germain* Rendements		Essai « avec mildiou » *Ploudaniel* Rendements		Indice d'efficacité fongicide	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Oxyde cuivreux + huile	1	300,7	(83)	247,2	(115)	12,8	(7,4)
	2	278,8	(77)	212,2	(99)	13,0	(7,6)
	Moyenne	289,7	(80)	229,7	(107)	12,9	(7,5)
Sulfate de Cuivre	1	325,9	(90)	227,4	(106)	11,0	(5,6)
	2	303,6	(83)	242,5	(113)	12,4	(7,0)
	Moyenne	314,7	(86)	234,9	(110)	11,7	(6,3)
Oxychlorure de cuivre	1	338,6	(93)	239,1	(112)	12,0	(6,6)
	2	303,9	(83)	243,7	(114)	12,0	(6,6)
	Moyenne	321,2	(88)	241,4	(113)	12,0	(6,6)
Témoin		362,9		215,8		5,4	
		360,7		211,0		5,4	
	Moyenne	361,8	(100)	213,4	(100)	*5,4*	
Cuivre-Zinèbe	1	330,0	(93)	243,9	(108)	11,4	(5,9)
	2	337,5	(95)	248,3	(110)	11,8	(6,3)
	Moyenne	333,7	(94)	246,1	(109)	11,6	(6,1)
Zinèbe-Cuivre	1	349,5	(99)	243,5	(108)	11,0	(5,5)
	2	359,3	(102)	247,5	(109)	12,0	(6,5)
	Moyenne	354,4	(100)	245,5	(109)	11,5	(6,0)
Zinèbe	1	365,7	(103)	256,2	(113)	11,4	(5,9)
	2	367,5	(104)	259,6	(115)	13,8	(8,3)
	Moyenne	366,6	(104)	257,9	(114)	12,6	(7,1)
Témoin		352,1		224,8		5,0	
		352,2		225,6		6,0	
	Moyenne	352,1	(100)	225,2	(100)	*5,5*	

(1) Rendement pour 300 plantes (kg).
(2) Rendement par rapport au témoin (%).
(3) Temps écoulé entre le 15 juillet et la date de demi-destruction du feuillage (en jours).
(4) Nombre de jours de survie du feuillage par rapport au témoin.

Résultats.

Les résultats de deux essais sont réunis dans le tableau X. Les rendements correspondent à la récolte de 300 plantes. Pour Ploudaniel, l'efficacité fongicide a été exprimée par le délai (en jours) écoulé entre une date arbitraire (15 juillet) et la date de demi-destruction du feuillage par le mildiou.

Indications particulières.

Les conditions climatiques de l'année ont permis de maintenir les champs de Saint-Germain et Versailles absolument indemnes de mildiou jusqu'à maturité complète des plantes.

Cependant, à Versailles, l'essai a été implanté dans un sol particulièrement pauvre. Dans ces conditions la végétation est restée faible et la maturité s'est trouvée notablement avancée ; les rendements ont été considérablement réduits et la dispersion des résultats est telle que l'interprétation de cet essai a dû être abandonnée.

Les caractéristiques de l'essai de Ploudaniel ont été les suivantes :

a) rareté des foyers primaires au printemps, par suite d'un hiver rigoureux et de conditions très défavorables au parasite l'année précédente ;

b) lenteur de multiplication de l'inoculum, dûe à la persistance de températures anormalement basses jusqu'au 20 juin ;

c) évolution extrêmement rapide de l'épidémie à la suite de pluies abondantes et de conditions constamment favorables au parasite durant la deuxième décade de juillet (10 à 13 p. 100 de la surface verte détruite par 24 heures). A titre indicatif, la figure 3 (2e partie) donne les conditions d'évolution du mildiou à Ploudalmezeau, point de la côte nord du Finistère peu éloigné du lieu de l'essai.

En résumé, l'épidémie s'est déclarée relativement tard, alors que la tubérisation avait atteint un stade déjà avancé ; elle s'est ensuite développée dans des conditions telles qu'aucun produit n'a été capable d'assurer une protection durable. On devait donc s'attendre à la fois à une réduction assez faible des rendements par la maladie et à des différences d'efficacité très atténuées entre les divers traitements.

B. — SECONDE SÉRIE D'ESSAIS

Disposition et réalisation des essais.

L'essai type répété en deux endroits différents, favorables au mildiou, comportait 2 produits à utiliser selon 2 doses et 2 cadences de traitement.

Il y avait au total 2 essais (lieux), disposés en carré latin (8 × 8)

correspondant à 8 répétitions des 8 combinaisons possibles entre les 3 facteurs étudiés ; la parcelle élémentaire comptait 60 plantes.

Les données expérimentales étaient les suivantes :

Lieux : Ploudaniel (Finistère) ; Plouedern (Finistère).

Produits et doses : Oxychlorure tétracuivrique (50 p. 100 Cu)- 5 et 10 kg/ha du produit commercial ;

Zinèbe (65 p. 100 M. A.)- 2 et 3 kg/ha du produit commercial.

Fréquences de traitement : 10 jours ; 15 jours.

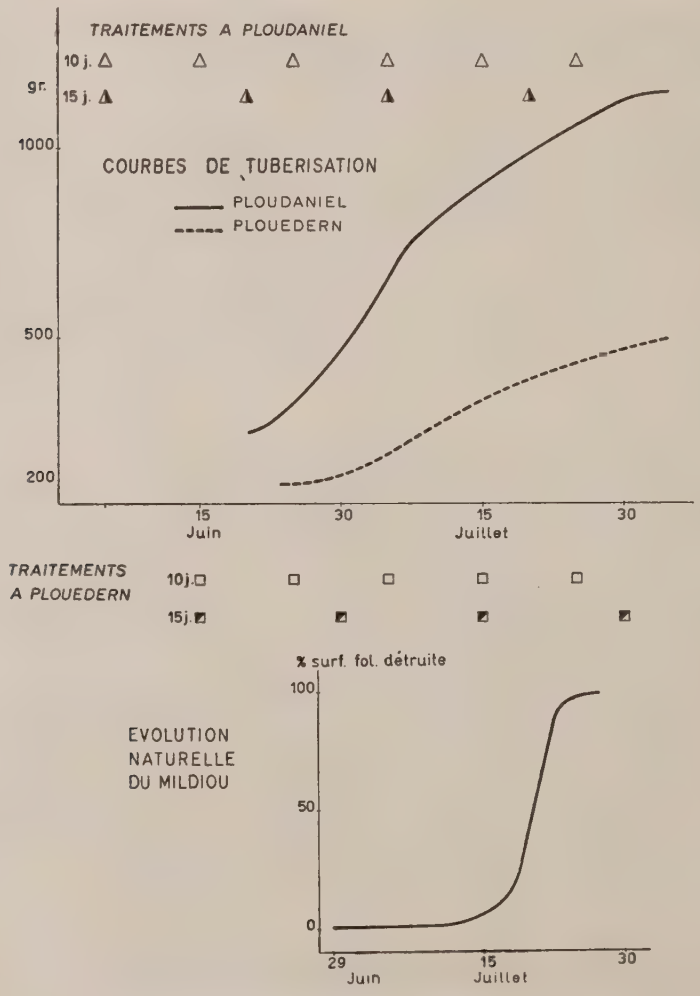


FIG. 3. — Essais de 1956.
Courbe de tubérisation de la variété Bintje à Ploudaniel et Plouedern et évolution naturelle du Mildiou à Ploudalmezeau.

Le tableau XI indique les dates de plantation, traitements et arrachage. Les courbes approximatives de tubérisation se trouvent sur la

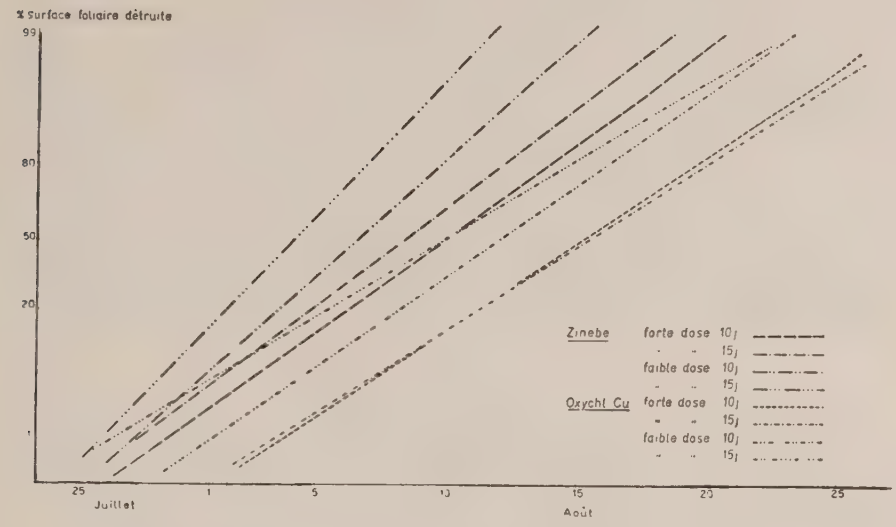


FIG. 4. — Essais de 1956.
Evolution du Mildiou à Ploudaniel dans les parcelles traitées.

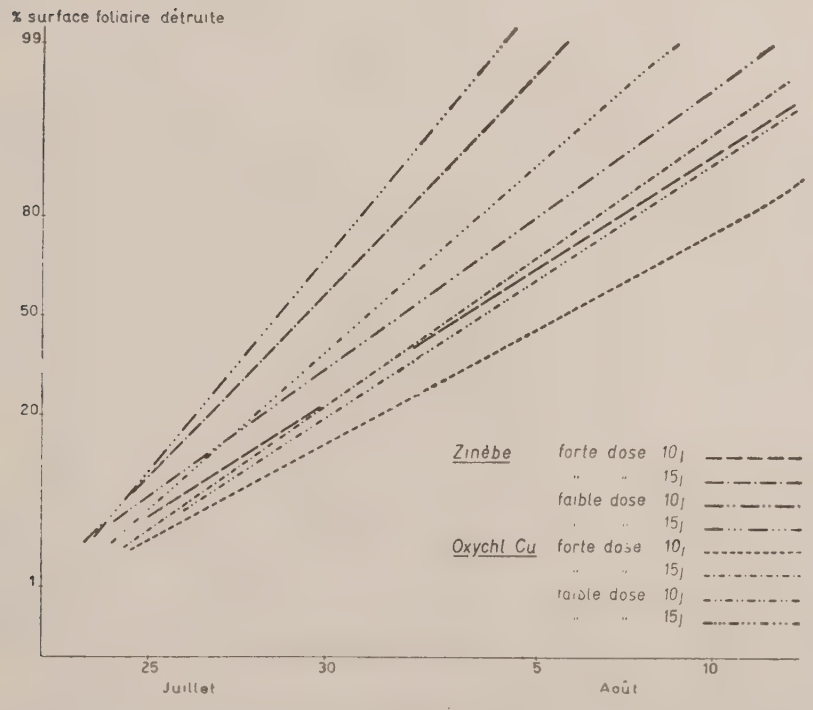


FIG. 5. — Essais de 1956.
Évolution du Mildiou à Plouedern dans les parcelles traitées.

figure 3, rapprochées de la courbe d'évolution naturelle du mildiou, en vue de mieux situer l'interférence des deux éléments.

Tableau XI

Essais de 1956 (*seconde série*)
Dates de plantation, traitements et arrachage

	Essai de Ploudaniel		Essai de Plouedern	
Fréquence des traitements	10 jours	15 jours	10 jours	15 jours
Date de plantation	12 avril		24 avril	
Dates des traitements	15 juin		15 juin	15 juin
		20 juin		
	25 juin		25 juin	
				30 juin
	5 juillet	5 juillet	5 juillet	
	15 juillet		15 juillet	15 juillet
		20 juillet		
	25 juillet		25 juillet	
				30 juillet
Nombre des traitements	6	4	5	4
Date d'arrachage	11 septembre		10 septembre	

Tableau XII

Essais de 1956 (*Seconde série*).
Résultats.

Produit	Dose	Cadence	Ploudaniel			Plouedern			
			Rendement (1)	Rendement (2)	Indice d'effica. fongicide (3)	Rendement (1)	Rendement (2)	Indice d'E. F. (3)	Rendement corrigé (4)
Zinèbe	Faible	15 j	469,7	(100)	1,000	207,8	(100)	9,375	254,3
		10 j	471,2	(100)	4,375	225,8	(108)	12,875	245,7
	Forte	15 j	474,5	(101)	4,500	208,6	(100)	13,125	226,7
		10 j	469,7	(100)	7,000	233,0	(112)	15,250	234,9
Oxychlorure	Faible	15 j	441,0	(93)	5,375	223,5	(107)	14,875	228,3
		10 j	448,9	(95)	8,750	232,2	(111)	17,750	215,2
	Forte	15 j	441,9	(94)	7,250	220,7	(106)	20,000	186,8
		10 j	454,9	(96)	10,000	233,4	(112)	20,875	192,8
Influence respective des produits, des doses et des cadences sur les rendements									
Produits :									
Zinèbe			471,2		4,219	218,8		12,656	240,4
Oxychlorure			446,6		7,844	227,4		18,375	205,8
Doses									
Faible			457,7		4,875	222,3		13,719	235,9
Forte			460,2		7,187	223,9		17,312	210,3
Cadences									
15 jours			456,7		4,531	215,1		14,344	224,0
10 jours			461,1		7,531	231,1		16,687	222,2
Moyenne générale			458,9		6,031	223,1		15,516	223,1

(1) Rendement pour 480 plantes (kg).
(2) Rendement par rapport au traitement le moins efficace (%).
(3) Temps écoulé entre le 26 juillet et la date de demi-destruction du feuillage par le mildiou (en jours).
(4) Rendement théorique en l'absence de mildiou, pour 480 plantes (kg).

Les courbes d'évolution du mildiou en fonction des divers traitements ont été groupées dans les figures 4 et 5, exprimées en unités de probabilité. Cependant, comme pour l'essai précédent, la date de semi-destruction du feuillage a servi de base de comparaison pour l'expression des résultats.

Résultats.

Le tableau XII réunit les rendements obtenus pour 480 plantes, ainsi que l'indice d'efficacité fongicide des divers traitements, exprimé par le délai écoulé entre le 26 juillet et la date de demi-destruction du feuillage par le Mildiou.

Conditions particulières.

Les rendements de Plouedern sont très inférieurs à ceux de Ploudaniel par suite d'une levée plus tardive et d'une végétation faible.

Interprétation des résultats des essais de 1956.

L'analyse statistique indique pour Saint-Germain, Ploudaniel et Plouedern une hétérogénéité peu élevée et les résultats obtenus permettent de dégager les conclusions suivantes :

1° Action fongicide.

a) PRODUITS :

Première série : L'essai de Ploudaniel n'indique aucune différence significative à cet égard entre les deux groupes de produits, aux doses utilisées. Mais, à l'intérieur du groupe des cupriques, l'oxyde cuivreux dans l'huile se révèle supérieur aux autres composés. Dans le second groupe, c'est le zinèbe qui assure la meilleure protection.

Seconde série : L'oxychlorure de cuivre se montre constamment supérieur au zinèbe aux doses et fréquences étudiées, à Ploudaniel comme à Plouedern (différences hautement significatives).

b) DOSES :

Première série : Pour chacun des produits cupriques et mixtes, la dose d'utilisation n'est pas intervenue dans la protection du feuillage. Seul le zinèbe manifeste une amélioration significative d'efficacité quand la dose d'emploi passe de 3 à 6 p. 1 000.

Seconde série : Une différence hautement significative apparaît en faveur de la dose la plus élevée pour l'ensemble des produits et cadences.

c) FRÉQUENCE DES TRAITEMENTS *(Seconde série seulement)* :

Quels que soient les produits utilisés et les doses d'emploi, la protection du feuillage est mieux assurée lorsque l'intervalle entre deux traitements ne dépasse pas dix jours.

2° Action physiologique.

a) Essai sans mildiou (Saint-Germain).

Les produits cupriques sont significativement plus toxiques que les mixtes et organiques. Parmi les composés cupriques, la bouillie bordelaise et l'oxychlorure ont une toxicité du même ordre, mais celle de l'oxyde cuivreux dans l'huile est nettement plus accusée (différence significative).

L'effet dépressif des cupriques croît avec la dose d'emploi.

Celui des composés mixtes croît avec leur teneur en cuivre.

Enfin le zinèbe est dépourvu de toute phytoxicité.

Le classement des fongicides expérimentés, selon un ordre croissant de toxicité s'établit donc ainsi : zinèbe ; zinèbe + oxychlorure de cuivre ; oxychlorure + zinèbe ; oxychlorure et bouillie bordelaise ; oxyde cuivreux dans l'huile.

b) Essais avec mildiou.

Les rendements bruts observés tiennent compte à la fois de l'action physiologique et de l'action fongicide.

Première série. — L'essai de Ploudaniel n'indique aucune différence significative entre groupes de produits, produits ou doses. On peut donc admettre que les actions fongicide et physiologique se compensent.

Deuxième série. — L'essai de Ploudaniel donne une différence hautement significative en faveur du zinèbe comparé à l'oxychlorure de cuivre, mais rien entre doses ou cadences. Ici l'action physiologique semble déterminante.

Par contre, l'essai de Plouedern comporte un effet significatif de la cadence des traitements, mais rien entre produits ou doses. Dans ce dernier cas, c'est donc l'action fongicide qui l'emporte.

En comparant les courbes d'évolution du Mildiou et les courbes de tubérisation pour les essais de la seconde série (fig. 3), on observe que la maladie s'est manifestée à un stade relativement plus précoce à Plouedern. Il est donc normal que dans ce dernier champ l'action fongicide ait joué un rôle plus important.

Cette hypothèse est confirmée par une analyse de covariance qui a permis d'estimer les rôles respectifs de l'action fongicide et de l'action physiologique sur les rendements : à Ploudaniel, on n'observe aucune corrélation entre la date de demi-destruction du feuillage et le rendement ; à Plouedern, au contraire, il y a une relation étroite entre les deux phénomènes.

En résumé, à Ploudaniel, le Mildiou, intervenu en fin de tubérisation, a peu influencé les rendements ; l'action physiologique a été déterminante et le rendement final est en faveur du zinèbe ; l'efficacité supé-

rieure du cuivre n'a que partiellement compensé sa phytotoxicité. A Plouedern, le Mildiou a joué un rôle plus important et la meilleure activité fongicide de l'oxychlorure de cuivre a compensé en totalité son action

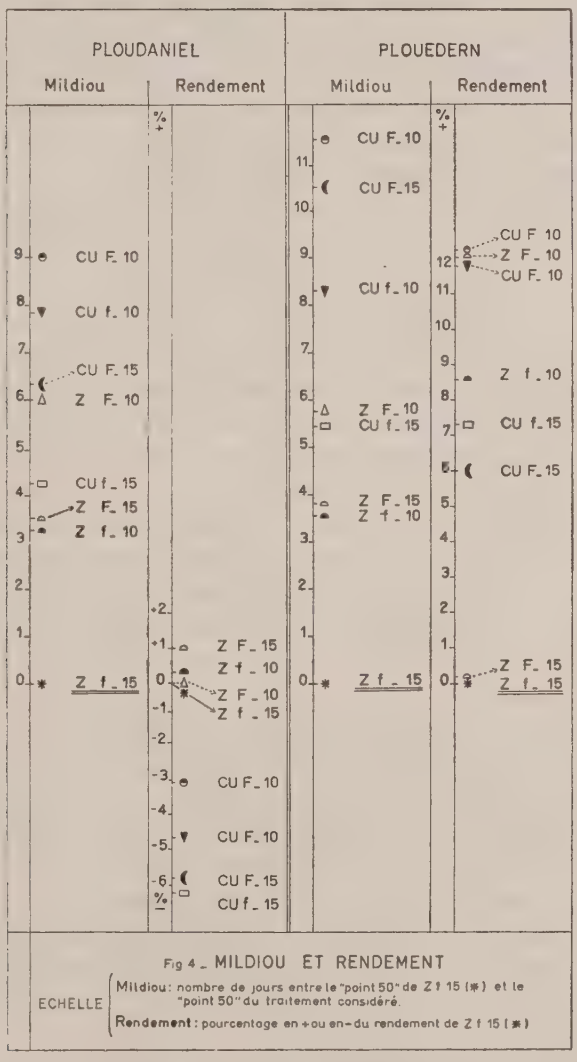


Fig 4 _ MILDIOU ET RENDEMENT

FIG. 6. — Essais de 1956.
Interaction de l'effet fongicide et de l'action physiologique sur les rendements.

toxique ; la cadence des traitements devient ici le facteur essentiel du rendement.

La figure 6, met en évidence ce phénomène de compensation entre l'action fongicide et l'action physiologique, ainsi que ses fluctuations suivant les doses et les cadences de traitement.

V. — DISCUSSION

L'activité fongicide et l'action physiologique de diverses formules antiparasitaires ont été comparées au cours des essais poursuivis de 1954 à 1956 ; il est apparu des différences notables entre produits. Ces différences peuvent elles-mêmes varier avec certains facteurs tels que les doses d'emploi, les fréquences d'utilisation, les conditions climatiques, etc...

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux qui ont été obtenus par d'autres chercheurs dans des essais analogues.

A. — ACTION FONGICIDE

a) Influence de la nature des produits.

Si l'action fongicide varie sensiblement d'un composé à l'autre, on admet en général que les composés cupriques sont les plus actifs aux doses d'emploi usuelles. Pour obtenir une protection comparable avec le zinèbe, il faut accoître le nombre de traitements.

Cette opinion est partagée par de nombreux auteurs étrangers. Ainsi Davidson et Rich (1947) trouvent la bouillie bordelaise supérieure à douze fongicides expérimentés dans les mêmes conditions. De même les chercheurs de Wageningen (1951), Mehta-Sinhg (1951), Alvarez-Garcia et coll. (1954), Andrén (1954) reconnaissent la supériorité de divers composés cupriques sur plusieurs thiocarbamates, le zinèbe en particulier.

D'autres auteurs : Flick et Kerssen (1952), Ciferri (1953) et Choudhuri (1954) concluent à une activité comparable du zinèbe et de certains composés cupriques, l'oxychlorure de cuivre en particulier.

Pour Ormel (1954), le zinèbe est même supérieur lorsqu'il est appliqué en début de saison.

Au cours de nos essais de 1956, dans la première série, le zinèbe s'est révélé comparable aux composés cupriques classiques (bouillie bordelaise et oxychlorure) ; dans la seconde série, l'oxychlorure s'est montré supérieur au zinèbe et ce fait peut être relié au caractère de gravité plus marquée de la maladie.

En effet, si le pouvoir fongicide intrinsèque du zinèbe n'est pas inférieur à celui des produits cupriques, sa persistance au champ est généralement plus faible : par temps sec, la couverture assurée par l'un ou l'autre type de composé est satisfaisante, mais, en cas de lessivage par les eaux de pluie, les pellicules de zinèbe subissent une détérioration beaucoup plus rapide que les dépôts de cuivre.

Björling et Sellgren (1957), réalisant des pluies artificielles après traitement et notant la diminution progressive d'efficacité des résidus,

ont observé des différences considérables entre zinèbe et bouillie bordelaise : alors que les particules de cuivre sont retenues à la surface de la feuille et tendent à se disposer en une couche régulière, les dépôts de zinèbe résistent mal au ruissellement. Ce phénomène a été relié par RICH (1954) au signe + ou — de la charge des particules. Quoiqu'il en soit, on constate que si l'efficacité du zinèbe égale celle des produits cupriques sous les climats secs ou modérément pluvieux, elle est inférieure lorsque les précipitations sont importantes.

Comme l'intensité des attaques de Mildiou est fonction de ces facteurs climatiques, on peut résumer ceci en disant que, sur le plan de l'efficacité fongicide, dans les conditions normales d'emploi, les composés cupriques manifestent par rapport au zinèbe un degré de supériorité variable, croissant avec la gravité de la maladie.

A l'intérieur du groupe des cupriques, le partage est difficile. LARGE et BEER, dans un essai réalisé en 1945, constatent que la bouillie bordelaise est supérieure à l'oxychlorure et à l'oxyde cuivreux. Un essai réalisé l'année suivante par le même auteur confirmec es résultats. Enfin, VAN HOOF (1950) et CALLBECK (1956) aboutissent à des conclusions analogues.

Par contre, ANDRÉN (1946), CAMPAGNA et GÉNÉREUX (1948), observent une activité fongicide comparable avec différents cupriques.

Dans nos essais, la bouillie bordelaise et l'oxychlorure ont manifesté des efficacités très voisines ; seule la formule huileuse d'oxyde cuivreux s'est révélée nettement supérieure.

b) **Influence de la dose d'emploi.**

Les résultats obtenus à Ploudaniel montrent que, pour les cupriques, l'accroissement de la dose d'emploi n'entraîne pas un gain correspondant de l'efficacité. Ceci a d'ailleurs été déjà signalé par LARGE dès 1954. Par contre, l'augmentation de la quantité de zinèbe appliquée conduit à une amélioration notable de l'activité fongicide.

c) **Influence de la fréquence des traitements.**

La cadence des traitements est liée de façon étroite aux conditions climatiques. Ainsi, aux Indes, JOHNSTON (1953) a noté une aggravation importante de la maladie quand la fréquence des traitements passe de sept jours à dix ou quatorze jours. Sous nos climats, cette influence est moins nette ; cependant, dans l'essai de 1956 (deuxième série), on a constaté un accroissement de l'efficacité des pulvérisations cupriques ou organiques lorsque l'intervalle entre traitements est réduit de quinze jours à dix jours.

B. — ACTION PHYSIOLOGIQUE

a) Influence de la nature des produits

Comme il a été dit dans l'introduction, l'effet des produits cupriques est moins net sur la pomme de terre que sur d'autres végétaux, les arbres fruitiers et la tomate en particulier.

Cependant Horsfall et Turner (1943), mettent en évidence la phytotoxicité de la bouillie bordelaise pour la pomme de terre.

Wilson et Sleesman (1946), observent un effet défavorable sur la floraison, une maturité plus précoce des plantes, une plus grande sensibilité au gel (Wilson 1947).

Wilson et Sleesman (1956) notent des phénomènes dépressifs bien caractérisés en 1954, à l'occasion d'une saison exceptionnellement sèche : port plus « prostré », feuilles plus petites et incurvées.

Au cours de nos essais, des symptômes analogues ont été observés : plantes de taille légèrement réduite et port plus ramassé, feuillage d'un vert plus foncé, floraison retardée et maturité avancée. Mais ces différences fort nettes dans l'aspect extérieur des plantes n'apparaissent pas lorsqu'on compare les poids « en vert » du feuillage des parcelles traitées et non traitées : ainsi le tableau XIII fournit les poids de fanes récoltées pour 100 pieds dans le cas de l'essai de Rethel de 1955 ; l'analyse statistique n'indique pas de différence significative, entre les traitements cupriques et le témoin non traité.

La conséquence normale de tels phénomènes dépressifs doit être une diminution du rendement et de nombreux auteurs ont tenté d'évaluer celle-ci.

Or, leurs conclusions sont fort variables : Wilson et Sleesman (1956) notent qu'il est rare d'observer une chute de rendement du lot traité par rapport au témoin, à moins de circonstances exceptionnelles comme celles de 1954.

Choudhuri (1954), obtient des rendements sensiblement égaux avec l'oxyde cuivreux et le zinèbe. De même Callbeck (1956), n'a pu observer de différence entre les parcelles traitées au nabame additionné de sulfate de zinc et les parcelles protégées à la bouillie bordelaise.

Enfin, Revilla (1956), a récolté des tonnages très voisins dans les cultures traitées au zinèbe et à l'oxychlorure de cuivre.

D'autres auteurs donnent l'avantage aux composés cupriques : Kersting (1957), au cours d'essais poursuivis de 1954 à 1956, observe une supériorité constante de l'oxychlorure de cuivre sur le zinèbe. Cette supériorité se traduit à la fois par de plus forts rendements et une plus haute teneur en amidon.

Thiede (1956) admet également la supériorité de l'oxychlorure sur le zinèbe. De même Eddins (1957) obtient avec le cuivre un rendement supérieur à celui qui résulte de l'emploi du mélange : nabame-sulfate de zinc.

Muncie et Hatfield (1951), mentionnent un essai dans lequel l'utilisation de la bouillie bordelaise assure une récolte supérieure à celle que procure l'emploi des organiques, mais dans un autre essai, le rendement des parcelles traitées à la bouillie bordelaise est à peine égal à celui des parcelles non traitées et très inférieur à celui des parcelles protégées à l'aide des fongicides organiques.

De son côté, Bazan de Segura (1957), conclut à la supériorité du zinèbe sur l'oxyde cuivreux après 14 traitements effectués au cours de la végétation (un par semaine).

Berkeley, Thompson et Richardson (1946), obtiennent également un rendement supérieur avec le mélange : nabame + sulfate de zinc + chaux comparé à la bouillie bordelaise.

Pour Dimond et Horsfall (1955), le remplacement de la bouillie bordelaise par le nabame ou le zinèbe est l'une des principales causes des augmentations de rendement observées aux Etats-Unis depuis 1945.

Mais, comme il a déjà été souligné, dans tous ces essais les cultures n'étaient pas indemnes de Mildiou. Les rendements obtenus doivent être interprétés comme une résultante de la protection assurée par le pesticide et de son action physiologique.

Wilson et Sleesman (1956), apportent des précisions plus importantes, car leur essai est réalisé en l'absence de Mildiou et nous renseigne sur la seule action physiologique des produits. 12 traitements à la bouillie bordelaise sont appliqués au cours de la végétation, à raison d'une par semaine, dès la levée ; on assiste alors à des chutes de rendement de 14 p. 100 et 20 p. 100 pour les variétés Katahdin et Rural Russet respectivement. Le zinèbe, utilisé à la même fréquence, donne lieu à une récolte approximativement égale à celle du témoin non traité.

La fréquence inusitée de ces traitements entraîne certainement une aggravation de la toxicité. Mais J. F. H. Cronshey (1951), en Angleterre, a pu observer des dépressions atteignant 16 p. 100, bien que les cadences de traitement soient restées normales.

Ces résultats s'accordent avec ceux qui ont été obtenus dans nos essais en 1954 et 1956. Sans doute en 1955, la toxicité des composés cupriques s'est-elle trouvée très atténuée, mais il semble que ce résultat puisse être attribué à des conditions climatiques très particulières.

Parmi les nombreuses formules cupriques expérimentées, la bouillie bordelaise a longtemps été considérée comme spécialement nocive. On invoquait en particulier l'action néfaste de la chaux s'ajoutant à celle du cuivre.

Nos essais n'ont pas mis en évidence une toxicité particulière de cette formule. A l'exception de la suspension huileuse de l'oxyde cuivreux, les autres composés cupriques semblent posséder une phytoxicité assez voisine. CRONSHEY (1951), comparant la bouillie bordelaise à deux oxydes cuivreux, aboutit à des résultats analogues.

En ce qui concerne les fongicides organiques, il ne semble pas que les traitements puissent accroître le rendement de façon notable en l'absence de Mildiou.

La végétation des parcelles traitées au zinèbe se montre plus exubérante que celle des parcelles non traitées, et ce développement de la végétation correspond d'ailleurs à un accroissement significatif du poids de feuillage (tableau XIII).

TABLEAU XIII

Essai de Rethel (1955)
Poids des fanes pour 100 *pieds* (*en kg*).

Traitements	Zinèbe	B. Bordelaise	Cuivre-Zinèbe	Oxyde cuivreux (formule huileuse)	Zinèbe-cuivre	Oxychlorure	Témoin
Dose 1	63,5	81,3	64,6	64,7	70,1	54,6	56,6
	84,4	58,1	65	66	59,5	72	58,9
	59,6	63,5	56,1	72,1	56,9	67,7	64,3
	57,6	68,7	67,3	60	50,5	64,7	57,6
	75,8	60,9	62,4	61,5	57,4	62,5	64,5
	340,9	332,5	315,4	324,3	294,4	321,5	
Dose 2	70,3	64,4	60,5	82,5	60,2	66,7	58,2
	59,6	62,5	68,3	69,8	62	62,8	57,1
	61,3	60,8	60,9	56,9	69,3	65,8	61,5
	65	67,4	60,3	63,2	68	50	55,3
	73,2	81,7	61,2	64,5	64,5	44,8	62,5
	329,4	336,8	311,2	336,9	324	290,1	
Dose 3	76,2	58,7	67,5	58,1	62,1	65,1	64,8
	69,6	58,4	69,2	56,3	55	55,2	64,8
	61	60	59,5	52,5	65,2	54,5	66,6
	66,9	63,9	65	57,8	69,7	56,6	58
	77,7	55,5	57,4	54,5	55,3	65,8	63,5
	351,4	296,5	318,6	279,2	307,3	297,2	
Totaux	1 021,7	965,8	945,2	940,4	925,7	908,8	914,2
Poids moyen des fanes pour 100 pieds (en kg) ...	68,1 (1)	64,3	63	62,7	61,7	60	60,9

(1) Nombre significativement différent des autres traitements à l'exception du traitement 2.

Bien que dans plusieurs de nos expérimentations des récoltes légèrement supérieures aient pu être observées dans les parcelles traitées au zinèbe et au captane, les différences constatées étaient tantôt trop faibles, tantôt trop variables pour être significatives.

Dans un même ordre d'idée, CALLBECK (1954) indique un effet sti-

mulant lié à l'apport de zinc sur le feuillage mais ne peut affirmer qu'il y ait une augmentation significative du rendement.

De même, J. H. F. Cronshey, déjà cité, obtient avec différents composés organiques des rendements comparables à celui du témoin non traité.

L'action bénéfique du zinèbe et du captane est donc incertaine. On ne peut conclure qu'à l'absence de phytoxicité de ces produits.

b) Influence de la dose d'emploi.

L'accroissement de la dose d'emploi entraîne pour les composés cupriques une augmentation de la toxicité. Ceci apparaît dans nos essais comme dans les expérimentations réalisées par J. F. H. Cronshey, tant sur Pomme de terre que sur Tomate et quel que soit le produit cuprique utilisé.

Certains auteurs ont signalé récemment que l'emploi de fortes doses de zinèbe entraînait une chute des rendements sur la pomme de terre (Kersting, 1957). Bien que nous ayons, en 1956, utilisé des doses très élevées de ce produit, nous n'avons pas noté ce phénomène.

c) Influence de la fréquence des traitements.

Les résultats expérimentaux cités par J. F. H. Cronshey démontrent une influence marquée de la fréquence des traitements cupriques sur l'importance de la récolte. Le rendement est abaissé de 10 p. 100 lorsque le nombre des applications s'élève de un à trois en deux semaines. Par contre, dans nos essais de 1956, (seconde série), aucune diminution sensible de rendement n'est apparue lorsque l'espacement des traitements cupriques est passé de 15 à 10 jours. De même, nous n'avons noté aucune différence pour le zinèbe quelle que soit la cadence utilisée. Cette dernière conclusion est d'ailleurs celle de Cronshey.

d) Influence de la variété de pomme de terre.

En ce qui nous concerne, ce facteur n'a été étudié que dans l'essai de 1954. Parmi les variétés utilisées, Viola, Ackersegen, Bintje, il semblerait que l'une d'entre elles (Bintje) soit moins sensible à l'action dépressive des composés cupriques, mais l'analyse des résultats n'a pu confirmer cette tendance. On peut cependant concevoir que des variétés qui diffèrent nettement par la durée de leur cycle végétatif se montrent plus ou moins sensibles à l'action dépressive des traitements cupriques.

e) Influence des conditions climatiques.

L'intensité de l'effet dépressif exercé par les produits cupriques varie sensiblement d'une saison à l'autre et il est vraisemblable que les conditions climatiques interviennent dans ce phénomène.

Pour les trois années d'expérimentation, la toxicité observée a été faible en 1955, nettement plus accusée en 1954 et considérable en 1956, puisque la perte de rendement atteignait 16 p. 100 après trois traitements à 5 kg de cuivre métal par hectare.

Or, si l'on considère les trois mois s'étendant du 1er juin au 31 août qui correspondent approximativement à la période de tubérisation de la pomme de terre, il semble que la saison 1955 ait été nettement plus chaude et sèche que les années 1954 et 1956.

TABLEAU XIV

Nombre de jours de pluie

Lieux	Paris			Reims			Brest		
Années → / Mois ↓	1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Juin	10	7	13	12	10	18	17	17	12
Juillet	13	10	10	18	8	13	20	5	16
Août	13	4	16	14	6	18	15	0	23
Total	36	21	39	44	24	49	52	22	51

Ceci apparaît dans le tableau XIV qui indique le nombre de jours de pluie enregistrés entre le 1er juin et le 31 août pour les trois années considérées à Paris, Reims et Brest, villes proches des divers essais réalisés. Le tableau XV, fournit pour la même période l'amplitude moyenne de température.

TABLEAU XV

Amplitude moyenne de température (°C)

Lieux	Paris			Reims			Brest		
Années → / Mois ↓	1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Juin	10°2	10°6	8°7	9°9	11°3	8°8	5°8	6°7	6°9
Juillet	10°4	10°9	9°7	10°2	11°4	9°8	5°8	9°0	6°5
Août	10°2	12°2	10°2	9°8	12°6	10°3	6°7	10°9	6°7
Moyenne	10°2	11°2	9°5	9°9	11°7	9°6	6°1	8°8	6°7

On constate un certain parallélisme entre les variations de ces données climatologiques et l'importance de l'effet dépressif observé. Par contre, il n'apparaît pas de relation nette entre la quantité totale des précipitations de la même période et la phytotoxicité (tableau XVI).

Il semble donc que le phénomène soit lié à la fréquence des pluies plutôt qu'à leur intensité, ou encore à l'humidité relative de l'atmosphère. A défaut d'un enregistrement journalier de ce facteur, il est possible d'en

obtenir une évaluation approximative par la méthode de R. Bouchet (1). Les tableaux XVII et XVIII groupent les valeurs ainsi calculées du déficit maximum de saturation de l'air et de l'humidité relative minima.

Tableau XVI

Précipitations mensuelles (mm)

Lieux	Paris			Reims			Brest		
Années → / Mois ↓	1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Juin	50	42	47	52	41	43	73	98	74
Juillet	18	45	49	30	45	54	71	23	88
Août	47	23	75	78	23	61	78	0	126
Total	115	110	171	160	109	158	222	121	288

Ces données constituent surtout un moyen pratique d'expression qui rend compte des tendances générales : ainsi l'humidité moyenne fournit une indication sur la fréquence de l'état de saturation.

Tableau XVII

Déficit maximum de saturation de l'air (mm Hg)

Lieux	Paris			Reims			Brest		
Années → / Mois ↓	1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Juin	8,9	9,5	6,8	8,7	9,9	6,7	4,1	5,4	4,9
Juillet	9,3	11,4	9,4	8,8	11,8	9,4	4,6	8,2	5,5
Août	9,5	12,5	8,8	8,9	12,4	8,4	5,3	11,2	5,2
Moyenne	9,3	11,1	8,3	8,8	11,4	8,1	4,6	8,3	5,2

Cependant, la comparaison des chiffres obtenus présente un intérêt certain ; par exemple les valeurs du déficit de saturation observées à Reims en 1955 et 1956 font ressortir une variation de l'ordre de 30 p. 100, ce qui est loin d'être négligeable.

Le phénomène de toxicité semble donc d'autant plus accusé que le climat est plus humide et ceci paraît assez logique si l'on considère que des états de saturation atmosphérique plus fréquents favorisent la mise

(1) Dans les régions où les pluies et les réserves en eau du sol sont suffisantes pour assurer une évaporation correspondant au pouvoir évapo-transpirant de l'air, il existe une excellente corrélation à l'échelle de la décade ou du mois entre la température minima et le point de rosée. De plus, le point de rosée varie généralement peu au cours de la journée. On peut donc en moyenne évaluer le déficit maximum de saturation de l'air en prenant la différence des tensions de vapeur correspondant au maximum et au minimum de la température ; l'humidité relative minima sera donnée en prenant le rapport des deux tensions de vapeur (R. Bouchet, Station Centrale de Biochimatologie. I. N. R. A., Versailles).

en solution des dépôts cupriques et leur absorption par la feuille. Il en est de même sur les arbres fruitiers. Cependant cette conclusion est en contradiction avec les résultats de WILSON et SLEESMAN indiquant une perte de rendement d'importance exceptionnelle en 1954 à l'occasion d'une saison sèche.

TABLEAU XVIII

Humidité relative minima (*p.* 100).

Lieux	Paris			Reims			Brest		
Années → / Mois ↓	1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Juin	53	51	57	53	48	56	69	65	64
Juillet	52	50	54	52	49	50	69	57	66
Août	52	47	52	53	45	51	65	51	65
Moyenne	52	49	54	53	47	52	67	57	65

De même, DIMOND et HORSFALL (1955) notent que les statistiques agricoles établies de 1939 à 1952, révèlent une supériorité constante des rendements britanniques par rapport aux rendements des Etats-Unis en pommes de terre, malgré l'utilisation persistante du cuivre en Grande-Bretagne et son remplacement progressif par les fongicides organiques aux U. S. A. Ils admettent que la moindre toxicité du cuivre sous le climat humide de la Grande Bretagne est une des raisons de cet état de choses.

Cependant J. F. H. CRONSHEY (1951) observe en Grande Bretagne des cas de toxicité bien caractérisés.

Sous un climat humide, la présence du Mildiou rend difficile l'évaluation précise du phénomène, même si le traitement organique de comparaison protège les plantes aussi longtemps que le produit cuprique ; car, de toute façon, la destruction du feuillage a lieu prématurément et WILSON et SLEESMAN auraient noté au cours de leur essai de 1954 que la toxicité du cuivre affecte les rendements essentiellement dans les dernières semaines de la végétation. Du fait que la toxicité soit parfois difficile à mettre en évidence ou que le Mildiou interrompe la végétation avant que son influence sur les rendements ait pu se manifester, on ne peut conclure qu'elle n'existe pas.

D'ailleurs la perte de rendement considérée comme exceptionnelle par WILSON et SLEESMAN, en relation avec un été sec, était consécutive à 12 traitements à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 ; or, des pertes du même ordre ont été observées dans nos essais en 1956, année humide, avec seulement 3 traitements à la bouillie à 2 p. 100. Il est vraisemblable que les 12 traitements (ou simplement 8 puisqu'il s'agissait d'une variété de pomme de terre à cycle végétatif plus court) auraient provoqué dans nos essais des dégâts plus considérables.

Il faut encore rappeler que l'hypothèse selon laquelle la toxicité serait accentuée par la sécheresse est basée sur les observations de HORSFALL et HARRISON (1939) qui ont montré que la bouillie bordelaise accroît la transpiration cuticulaire ; cependant, ces essais étaient réalisés en serre et les auteurs émettaient eux-mêmes l'avis que les phénomènes sont peut-être modifiés au champ, lorsque la cuticule est plus épaisse et dure.

Quoi qu'il en soit, l'action du cuivre est probablement complexe et on peut penser qu'interviennent divers facteurs directs ou indirects : mise en solution du dépôt cuprique favorisant sa redistribution et son absorption, variations de la température des organes verts, de leur transpiration, etc.

Ces éléments sont différemment influencés par les données climatiques ; il est possible que leur résultante corresponde à un optimum de toxicité sous certaines conditions atmosphériques particulières : ainsi, des pluies peu intenses, mais fréquentes, agissant sur le dépôt de cuivre sans modifier considérablement les réserves en eau du sol.

VI. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le but de ces essais était de préciser les conditions d'emploi les plus favorables de quelques fongicides utilisés dans la lutte contre le Mildiou de la pomme de terre, en vue d'assurer le meilleur rendement final. L'expérimentation comportait divers produits cupriques, le zinèbe et des composés mixtes.

Or, deux éléments essentiels conditionnent la valeur d'un produit: *l'action fongicide* à l'égard du parasite et *l'action physiologique* éventuelle sur la plante hôte. Dans les conditions de nos essais, les produits cupriques ont assuré la meilleure protection du feuillage ; en contre partie, ils ont manifesté une phytotoxicité notable, dont l'intensité croissait avec la teneur en cuivre, mais ne semblait pas dépendre de la forme d'utilisation ; cependant l'addition d'huile minérale à l'oxyde cuivreux déterminait un accroissement d'efficacité et de toxicité à la fois ; c'est ainsi qu'à demi-dose de cuivre ce mélange présentait les mêmes qualités et inconvénients que les autres dérivés cupriques à dose normale.

La toxicité du cuivre n'est pas constante d'une saison à l'autre et paraît plus marquée en année froide et humide, la fréquence des pluies étant à cet égard plus importante que leur intensité.

A l'opposé, le zinèbe n'exerce aucune action défavorable sur le rendement et peut même, dans certains cas, favoriser le développement du feuillage (tableau XIII, Rethel 1955). Toutefois, sa valeur fongicide est parfois inférieure à celle des composés cupriques, sa persistance étant plus réduite.

Dans le choix d'un produit de traitement, le problème est donc de savoir quelle importance relative on doit accorder à l'un et l'autre des deux facteurs du rendement que sont la protection du feuillage et l'action physiologique, puisque les deux types de produits étudiés ont des qualités en quelque sorte complémentaires à cet égard.

La réponse diffère suivant la saison, l'époque de l'année, la région, car l'incidence du Mildiou est essentiellement variable ; l'importance de la phytotoxicité, primordiale en l'absence de maladie, devient secondaire en cas d'attaque grave.

C'est pourquoi le choix des produits doit tenir compte des conditions d'utilisation ; divers facteurs interfèrent pour orienter celui-ci au moment du traitement :

1° **Les conditions climatiques** générales de la région de culture en cause, et en particulier la pluviométrie : c'est ainsi que le zinèbe donne des résultats d'autant meilleurs que le temps est moins pluvieux.

2° **L'âge des plantes**, sous le double aspect de la protection du feuillage et de la toxicité :

a) la persistance du produit utilisé n'a qu'une importance relative pour une plante en pleine croissance, sur laquelle de nouveaux organes verts non protégés apparaissent rapidement, mais il en va tout autrement pour une plante adulte, dont le développement foliaire est à peu près achevé,

b) l'influence défavorable d'un produit sur la physiologie de la plante risque d'avoir des répercussions d'autant plus graves que celle-ci est plus jeune.

3° **Le stade d'évolution du Mildiou** : au début de la saison, quand le risque de maladie est faible, les qualités d'efficacité fongicide du produit méritent relativement moins d'attention qu'à une époque plus avancée, lorsque le taux d'inoculum du parasite s'est accru et qu'une épidémie généralisée menace les cultures.

Dans la pratique des traitements, ces divers éléments doivent être considérés en fonction de leur importance respective. En règle générale, il semble qu'on doive plutôt faire appel au zinèbe en début de saison : son absence de phytotoxicité offre un intérêt certain, sa persistance limitée est alors sans conséquence et les risques d'épidémie grave sont faibles.

Par contre, à une date plus tardive, lorsque le feuillage ne croît plus guère et que les risques de phytotoxicité sont réduits, les produits cupriques efficaces et persistants sont préférables en présence d'un inoculum abondant.

Une illustration de ces considérations est fournie par un essai de rendement réalisé à Ploudaniel (Finistère) en 1957, en présence de Mildiou ; disposé suivant la méthode des blocs, avec 4 répétitions de 60 plantes par

traitement, il comportait l'utilisation de deux produits, le zinèbe (65 p. 100) à la concentration 2 p. 1 000 et l'oxychlorure de cuivre (50 p. 100) à la dose 1 p. 100. Les traitements étaient effectués les 4, 18 et 28 juin, suivant 4 types de programmes. Le tableau XIX groupe ces données ainsi que les rendements obtenus à la récolte.

TABLEAU XIX

Programmes de traitements et rendements. Ploudaniel 1957.

Programme de traitements	1er traitement (4 juin)	2e traitement (18 juin)	3e traitement (28 juin)	Rendement (kg)
A	Zinèbe	Cuivre	Cuivre	241
B	Zinèbe	Zinèbe	Cuivre	232
C	Cuivre	Cuivre	Cuivre	225
D	Zinèbe	Zinèbe	Zinèbe	216

Les résultats font ressortir la supériorité des programmes mixtes de traitements aussi bien que l'action phytotoxique du cuivre et l'insuffisante ténacité du zinèbe.

Pour obtenir une meilleure protection avec le zinèbe seul, il aurait fallu effectuer un traitement supplémentaire et une autre notion apparaît ici, la cadence de traitement, elle-même inséparable de la dose d'utilisation. En effet, une dose plus forte peut parfois compenser une fréquence réduite, surtout pour des plantes adultes et des produits persistants. La figure 6 met en évidence un exemple intéressant de compensation de ces facteurs l'un par l'autre : en particulier, pour le zinèbe une égale protection contre le Mildiou est obtenue par l'association soit de la dose forte avec la cadence 15 jours, soit de la dose faible avec la cadence 10 jours, tandis que le groupement « dose forte-10 jours » se révèle nettement supérieur et l'autre, « dose faible-15 jours » très inférieur.

Une fréquence suffisante est pourtant le facteur essentiel de réussite et peut seule compenser la persistance limitée de certains produits sous les climats humides.

Le problème se pose alors plutôt en termes de rentabilité et c'est un des aspects essentiels de la question sur le plan pratique.

En ce qui concerne la phytoxicité du cuivre, il serait intéressant de préciser comment ce facteur influence la courbe de tubérisation. Or deux observations ont été faites sur des cultures indemnes de Mildiou : d'une part, dans les cas d'arrachage prématuré, les différences de rendements entre plantes traitées au zinèbe et au cuivre paraissent plus faibles qu'à maturité ; d'autre part, les plantes traitées au zinèbe poursuivent leur végétation plus longtemps que celles qui ont reçu du cuivre.

Il semblerait donc, d'après ces indications, que l'écart de rendement soit lié à une maturation accélérée, à un « vieillissement physiologique » sous l'action du cuivre, plutôt qu'à un ralentissement de la tubérisation

La question est d'importance, car, s'il en était ainsi la phytotoxicité du cuivre serait sans conséquence pratique pour les cultures de semences, où la destruction des fanes est effectuée prématurément.

En ce qui concerne les produits mixtes, les divers essais n'ont permis de leur attribuer aucun intérêt particulier : si leur toxicité est moindre que celle des cupriques purs, leur valeur fongicide est généralement un peu inférieure.

Enfin, le problème de la protection des tubercules en relation avec celle du feuillage n'a pas été envisagé au cours de cet exposé, car il existe une certaine incohérence à ce sujet, dont divers auteurs ont déjà fait la remarque. La contamination des tubercules est en effet assurée à l'occasion de pluies abondantes entraînant l'inoculum des parties aériennes de la plante vers les organes souterrains.

Il suffit que l'évolution du Mildiou sur une parcelle non traitée ait eu lieu en l'absence de pluies importantes pour que la destruction totale du feuillage soit réalisée sans attaque grave des tubercules ; cependant une parcelle traitée voisine, dont le feuillage, peu atteint par le Mildiou, survivra plus longtemps, risque, à l'occasion de pluies postérieures à la destruction de la parcelle non traitée, de subir des attaques considérables sur les tubercules. Une meilleure protection du feuillage ne signifie donc pas forcément une meilleure protection des tubercules. Cependant, en saison très pluvieuse, donnant lieu à des contaminations massives et répétées des tubercules, il semble que les produits cupriques assurent une protection supérieure à celle du zinèbe.

Reçu pour publication le 26 août 1958.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALVAREZ GARCIA (L. A.), et AL. — « Fungicidal control of early and late blight of the Potato in Puerto Rico ». — *J. Agric. Univ. P. R.* **37**, 288-297, 1953.

ANDREN (F.). — Besprutnings-försök mot Potatisbladmögel, 1946. *Vaxtskyddsnotiser. Vaxtskyddsarst. Stockh*, **5**. 73-78. 1946.

ANDREN (F.). — Besprutnings försök mot Potatisbladmögel, 1953. *Vaxtskyddsnotiser Vaxtskyddsanst. Stockh*, **2**, 3, 23-27. 1954.

BAZAN DE SEGURA (C.). — Comparativo de fungicidas para el control de « Hielo » de la papa en el valle de Carabayllo. 1956- Phytophthora-infestans. *Estac. Exper. Agric. La Molina-Inf. Mens*, **31**, 354, 1-14, 1957.

BERKELEY (G. H.), THOMPSON (R. W.) and RICHARDSON (J. K.). — Potato spray tests in Ontario. *Amer. Pot. J* ; **23**, 285-291, 1946.

Björling (K.) and Sellgren (K. A.). — Protection and its connection with redistribution of different droplet sizes in sprays against Phytophthora infestans. *Ann. Ec. R. Sup. Agric. Suède*, **23**, 291-308, 1957.

Callbeck (L. C.). — A progress report of the effect of zinc as constituent of potato fungicides. *Amer. Pot. J* ; **31**, 11, 341-348. 1954.

Callbeck (L. C.). — Screening of potato fungicides (Phytophthora infestans . *Pl. Dis. Rep.* **40**, 2, 126-128, 1956.

Campagna (E.) et Généreux (H.). — Expériences sur les pulvérisations des Pommes de terre, 1944. *Rep. Quebec. Soc. Prot. Pl*, 1945-1947, 26-39, 1948.

Choudhuri (H. C.). — Spray tests for control of potato blight in the hills of West Bengal. *Ann. Pot. J.* **31**, 9, 263-273, 1954.

Ciferri (R.). — Cinque anni di esperienze con anticrittogamici a base di etilenbisditiocarbamato di zinco. *Notiz. Malatt. Piante*, **23**, 3-19, 1953.

Cronshey (J. F. H.). — Fungicides.— Their developments and uses. International conference « Some crop protection problems in World Agriculture ». *Fernhurst*, 57, 63, 1951.

Davidson (R. S.) and Rich (A. E.). — The performance of new fungicides for controlling late blight on Potatoes. *Amer. Pot. J.* **24**, 2. 35-39, 1947.

Dimond (A. E.) and Horsfall (J. G.). — Fifty years of fungicides. *Ann. Appl. Biol.* **42**, 282-287, 1955.

Eddins (A. H.). — Control of late light of potatoes with fungicides atHastings, Florida. *Amer. Pot. J.* **34**, 2, 42-48. 1957.

Flick (H. M.) and Kerssen (M. C.). — Beknopt verslag van een proef ter bestrijding van de Aardappel ziekte met behulp van vernevelmachine en vliegting. Maandel. *Landb. Voorl. Dienst.* **9**, 5, 177-183, 1952.

Van Hoof (H. A.). — Notes on the weathering of copper sprays in connection with the control of Phytophthora infestans de Bary. *Contr. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor*, 113-12 p., 1950.

Horsfall (J. G.) and Harrison (A. E.). — Effect of Bordeaux mixture an- its various elements on transpiration, J. A. R., **58**, 423-443, 1939.

Horsfall (J. G.) and Turner (N.). — Injuriousness of Bordeaux mixture. *Amer. Pot. J.*, **20**, 308-320, 1943.

Johnston (A.). — The control by spraying of some diseases of highland vegetables. *Malay. Agric. J*, **36**, 28-35, 1953.

Kersting (F.). — Action de différents produits et doses dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre (Phytophthora infestans de Bary). Höchfen Briefe. (Édition française). 10, 2. 98-105, 1957.

Large (E. C.). — Field trials of copper fungicides for the control of Potato blight. I. Foliage protection and yield. *Ann. Appl. Biol*, **32**. 4, 319-329, 1945.

Large (E. C.), Beer (W. J.) and Patterson (J. B. E.). — Field trials of copper fungicides for the control of Potato blight. II. Spray retentions. *Ann. Appl. Biol.*, **33**, 1, 56-63, 1946.

Mehta (P. R.) and Singh (J.). — Some problems of Potato diseases in the Vhar Pradesh *Agr. Anim. Hubs. Uttar. Pradesh*, 1, 45-53, 1951.

Muncie (J. H.) and Hatfield (M. R.). — Field experiments on the control of Potato late blight. Quart. *Bull.Mich. Agric. Exp. Stat.* **33**, 4, 332-336, 1951.

Ormel (H. A.). — De bestrijding van de Aardappel ziekte (Phytophthora infestans de Bary). *Landbouwvoorlichting*, **11**, 5, 210-214. 1954.

Revilla (V. A. M.). — Comparativo de fungicidas en el control del « hielo » de la papa en la Costa, 1955. (Phytophthora infestans). *Est. Exp. agric. La Molina. Inf. Mens*, **30**, 346, 9-17, 1956.

RICH (S.). — Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. *Phytop*, **44**. 203-212, 1954.

THIEDE (H.). — Résultats de la lutte contre Phytophthora infestans (de Bary), durant les années 1950-1955. Höfchen Briefe. (Edition française) **9**, 3, 164-172. 1956.

WILSON (J. D.). and SLEESMAN (J. P.) — Spray materials and the blooming of potatoes. *Amer. Pot. J.*, **23**, 57-64, 1946.

WILSON (J. D.). — Relation between spray treatments and frost damage to potatoes and tomatoes. *Ohio. Agr. Exp. Sta. Bimo. Bull*, **32**, 77-82, 1947.

WILSON (J. D.) and SLEESMAN (J. P.). — Depression of potato yields by Bordeaux mixture during a dry summer. *Amer. Pot. J.* **33**, 6. 177-184, 1956.

ANONYME. — Some diseases and pests of cultivated crops in 1950 and their control.Versl. *Plzieckt. Dienst. Wageningen*, 118-120, 1951.

LA CLASSIFICATION DÉCIMALE UNIVERSELLE APPLIQUÉE A LA « PROTECTION DES PLANTES »

PAR

D. KERVEGANT

Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.

La Fédération internationale de Documentation a approuvé le projet de révision de la section de la Classification décimale universelle intéressant la Protection des plantes, que nous avions établi en collaboration avec les chercheurs des Stations centrales de Zoologie agricole et de Pathologie végétale, de Versailles, et soumis pour avis à divers spécialistes de France, d'Allemagne, d'Autriche, de Grande Bretagne et des Pays Bas.

La nouvelle version doit permettre d'indexer les articles de périodiques d'une façon suffisamment rationnelle et précise, pour qu'on puisse envisager de l'utiliser dans les « Annales des Epiphyties ».

Déjà dans la Norme Z 41-001, de 1942, relative à la présentation des revues, l'AFNOR (Association française de normalisation) souhaitait que chaque article « portât, en tête, un index, par exemple celui de la Classification décimale de Bruxelles, qui répond au vœu de la plupart des membres des Congrès de documentation tenus dans ces dernières années ».

Les insuffisances de la C. D. U. en ce qui concerne la section « Protection des plantes », qui n'avait pas été révisée depuis de nombreuses années et se trouvait par suite périmée, ont retardé jusqu'ici l'application de cette classification.

Pour permettre aux lecteurs des « Annales des Epiphyties » de comprendre la signification des indices qui seront dorénavant portés en tête des articles et des résumés bibliographiques, nous reproduisons ci-après la nouvelle version de la Section 632 de la C. D. U. (« Affections, ennemis et maladies des plantes. Protection des plantes »). La présentation sous la forme trilingue (français, anglais, allemand) ne constitue pas seulement un symbole du caractère international de la Classification, mais facilitera la traduction de termes, dont la correspondance est souvent délicate à préciser.

C. D. U. 632 — AFFECTIONS, MALADIES & ENNEMIS DES PLANTES PROTECTION DES PLANTES.
U. D. C. 632 — PLANT DAMAGE, INJURIES, DISEASES & PESTS. PLANT PROTECTION
U. D. K. 632 — PFLANZENSCHADEN, PFLANZENKRANKHEITEN, PFLANZENSCHUTZ.

632.1	**Affections non parasitaires et affections dues à des causes complexes.**	**Non-parasitic damage, injuries and diseases. Diseases of complex origin.**	**Nichtparäsitare Krankheiten und solche mit komplexen Ursachen.**
632.11	Conditions météorologiques ou climatiques défavorables	Unfavourable meteorological or climatic conditions.	Ungünstige meteorologische oder klimatische Verhältnisse.
.111	Température.	Temperature.	Temperatur.
.5	Gelée.	Frost.	Frost.
.51	Gelée précoce.	Early frost.	Frühfrost.
.52	Gelée tardive.	Late frost.	Spatfrost.
.53	Gelée hivernale.	Winter frost.	Winterfrost.
.6	Basse température.	Low winter temperatur.	Niedrige Temperatur.
.7	Gel du sol.	Soil freezing.	Gefrieren des Bodens.
.8	Température élevée.	High temperature.	Höhe Temperature.
.9	Autres.	Other.	Sonstiges.
.112	Sécheresse.	Drought.	Trockenheit.
.115	Lumière.	Light.	Licht.
.1	Excès de lumière.	Excessive light.	Lichtüberschuss.
.2	Manque de lumière. Ombrage.	Lack of light. Shade.	Lichtmangel. Schatten.
.3	Brûlures.	Sun scorch.	Sonnenbrandschäden.
.116	Précipitations et condensations.	Precipitation and condensation.	Niederschläge u. Kondenswasser.
.1	Pluie.	Rain.	Regen.
.2	Neige. Avalanches.	Snow. Avalanches.	Schnee. Lawinen.
.3	Grêle.	Hail.	Hagel.
.4	Brouillard.	Fog.	Nebel.
.5	Rosée.	Dew.	Tau.
.6	Gelée blanche, givre, verglas.	Hoar frost, rime, glazed frost.	Reif, Rauhreif, Glatteis.
.117	Vent.	Wind.	Wind.
.1	Tempêtes, cyclones.	Storms, cyclones.	Sturm, Zyklone.
.2	Vents réguliers.	Constant winds.	Beständiger Wind.
.118	Phénomènes électriques et radioactifs.	Electrical and radioactive phenomena.	Elektrische u. radioaktive Erscheinungen.
.1	Foudre.	Lighting.	Blitz.
.2	Électricité. Courants telluriques. Champs électriques.	Electricity. Earth currents. Electric fields.	Elektrizität. Erdströme. Elektrische Felder.
.3	Radioactivité.	Radioactivity.	Radioaktivität.
632.12	Facteurs défavorables du sol.	Unfavourable soil conditions.	Ungünstige Bodenbeschaffenheit.
.121	Carence en éléments nutritifs. Chloroses (Subdiviser comme 546).	Nutrient deficiencies. Chlorosis (Subdivide like 548).	Nährstoffmangel. Chlorose (Unterteilung wie bei 546).
.122	Composés nuisibles ou toxiques.	Injurious or toxic constituents.	Schädliche oder giftige chemische Verbindungen.
.1	Minéraux (Subdiviser comme 546).	Inorganic (Subdivide like 546).	Anorganische (Unterteilung wie bei 546).
.2	Organiques (Subdiviser comme 547).	Organic (Subdivide like 547).	Organische (Unterteilung wie bei 547).
.123	Humidité.	Humidity.	Feuchtigkeit.
.1	Inondations.	Floods.	Überschwemmungen.
.2	Excès d'humidité.	Waterlogging.	Übermässige Feuchtigkeit.
.124	Propriétés physiques défavorables du sol.	Unfavourable physical soil conditions.	Ungünstige physikalische Bodenbeschaffenheit.
.125	Dégradation du sol, érosion, glissements de terrain, etc...	Soil degradation, erosion, landslides, etc...	Bodendegradierung. Erosion, Erdrutsch.
.126	Tremblements de terre, trépidations.	Earthquakes, tremors.	Erdbeben, Erschütterungen.

632.15	Matières étrangères de l'atmosphère. Produits chimiques ou industriels.	Impurities of the atmosphere. Chemical or industrial products.	Fremde atmosphärische Stoffe. Chemische oder industrielle Stoffe.
.151	Fumées, émanations gazeuses.	Smoke, smog, gases.	Rauch. Gase.
.152	Corps étrangers solides contenus dans l'atmosphère (cendres volcaniques, etc.).	Solid particles in the atmosphere (volcanic ash, etc...).	Feste Bestandteile in der Atmosphäre (vulkanische Asche usw.).
.153	Eaux résiduaires, marines, d'irrigation, etc...	Waste-, sea-, irrigation-waters, etc...	Abwasser, Seewasser, Berieselungswasser, usw...
.154	Dégâts dûs à l'emploi des moyens de lutte : pesticides, etc...	Injuries due to plant protection substances : pesticides, etc...	Schädigungen durch Pflanzenschutzmittel.
.155	Dégâts dûs à l'emploi des engrais et amendements.	Injuries due to fertilizers.	Schädigungen durch Düngemittel.
.159	Produits autres.	Others.	Sonstiges.
632.16	Accidents physiologiques divers ou dus à des causes complexes.	Miscellaneous physiological or complex diseases.	Verschiedene physiologische Erkrankungen oder Krankheiten komplexer Natur.
.161	Dégénérescence.	Degeneration.	Degeneration.
.163	Dépérissement.	Decline.	Absterbeerscheinungen
.164	Coulure.	Abortion.	Durchrieseln.
.165	Verse.	Lodging.	Lagern (Umfallen).
.166	Chute prématurée des feuilles, des fleurs et des fruits.	Premature fall of leaves, flowers and fruits.	Frühzeitiger Laub-, Blüten- u. Fruchtfall.
.167	Maladies physiologiques au cours de la conservation.	Physiological diseases during storage.	Physiologische Lagerkrankheiten.
.168	Tératologie et malformations.	Teratology and malformation.	Teratologie u. Missbildung.
.18	Autres affections non parasitaires.	Other non parasitic diseases.	Andere nicht parasitäre Krankheiten.
.184	Blessures.	Wounds.	Wunden.
.187	Incendies. Bombardements.	Fire and bomb damage & injuries.	Feuer. Bombardement.
.1	Incendies.	Fire damage. Burning.	Brand.
.2	Bombardements.	Bomb and blast damage.	Bombardement.
632.2	**Symptomatologie** (Questions générales seulement. Classer les affections dont l'agent étiologique est déterminé, sous 632.1 et 632.3/8).	**Symptoms, types of injury** (General questions only. Classify the injuries when the causal agent is known under 632.1 and 632.3/8).	**Symptomatologie** (Nur allgemeine Fragen. Die Krankheiten deren Erreger bekannt sind, werden bei 632.1 und 632.3/8 bestimmt).
632.21	Galles. Cécidies.	Galls, Cecidia.	Gallen, Cecidien.
.211	Mycocécidies.	Mycocecidia.	Mycocecidien, Pilzgallen.
.212	Zoocécidies.	Zoocecidia.	Zoocecidien.
.23	Tumeurs, chancres.	Tumours, canker.	Tumoren, Krebs.
.24	Flétrissements, dessèchements.	Wilts, blights.	Welkekrankheiten.
.25	Pourriture, pourridiés. Fonte des semis.	Rots, moulds. Damping off.	Fäulnis, Schimmel. Sämlingskrankheiten.
.26	Taches foliaires, décolorations, chloroses.	Leaf spots, bleaching, chlorosis.	Blattflecken, Entfärbung, Chlorose.
.27	Balai de sorcière.	Witch's broom.	Hexenbesen.
.29	Symptômes autres.	Other types of injuries.	Andere Schädigungen.
632.3	**Maladies bactériennes et maladies à virus.**	**Bacterial and virus diseases.**	**Bakterienkrankheiten u. Viruskrankheiten.**
632.3 .01 /.09	Subdivisions analytiques communes de 576.8.0.	Special analytical divisions of 576.8.0.	Besondere Anhängezahlen wie bei 576.8.0.
632.35 A/Z	Maladies bactériennes. Classer les maladies bactériennes alphabétiquement par nom de genre et d'espèce de parasites.	Bacterial diseases. Classify the bacterial diseases alphabetically by genus and species of parasites.	Bakterienkrankheiten. Die Bakterienkrankheiten werden alphabetisch, nach Gattungs- und Artnamen der Parasiten unterteilt.
632.38 A/Z	Maladies à virus. Classer les maladies à virus alphabétiquement par noms de plantes-hôtes et (ou) par noms de virus.	Virus diseases. Classify the virus diseases by names of host plants and (or) by virus names.	Viruskrankheiten. Die Virus-krankheiten werden nach Wirtspflanzen und (oder) nach Virusnamen unterteilt.

632.4	**Maladies cryptogamiques.**	**Fungal diseases.**	**Pilzkrankheiten.**
632.4 .01/09	Subdivisions analytiques communes de 576.8.0.	Special analytical divisions of 576.8.0.	Besondere Anhängezahlen wie bei 576.8.0.
632.42/.49A/Z	Classer les maladies cryptogamiques suivant 582.2 et (ou) alphabétiquement par noms de genre et d'espèce de parasite.	Classify the fungal diseases like 582.2 and (or) alphabetically by genus and species of parasites.	Die Pilzkrankheiten werden wie bei 582.2 und (oder) alphabetisch, nach Gattungs- und Artnamen der Schädlinge unterteilt.
632.5	**Plantes nuisibles.**	**Injurious plants.**	**Schädliche Pflanzen**
632.5 .01/09	Subdivisions analytiques communes de 581.0.	Special analytical divisions of 581.0.	Besondere Anhängezahlen wie bei 581.0.
632.51/.53	Classer chaque groupe suivant 582 et (ou) alphabétiquement par noms de genre et d'espèce de plantes.	Classify each group like 582 and (or) alphabetically by genus and species of plants.	Jede Gruppe ordnen wie bei 582 und (oder) alphabetisch nach Gattungs- und Artnamen der Pflanzen.
632.51	Mauvaises herbes.	Weeds.	Unkräuter.
.52	Autres plantes non parasites.	Other non parasitic plants.	Andere nicht parasitäre Pflanzen.
.521	Broussailles.	Brush.	Gestrüpp.
.522	Plantes hôtes secondaires de parasites ou de prédateurs.	Secondary host plants of plant pests.	Zwischenwirte.
.523	Plantes vénéneuses.	Poisonous plants.	Giftpflanzen.
.53	Plantes parasites, épiphytes, lianes.	Parasitic plants, epiphytes, climbers.	Parasitische Pflanzen, Epiphyten, Schlingpflanzen.
.531	Parasites.	Parasites.	Parasitische Pflanzen.
.532	Épiphytes.	Epiphytes.	Epiphyten.
.533	Lianes.	Climbers.	Schlingpflanzen.
632.6	**Animaux nuisibles** (autres que les insectes).	**Pests** (other than insects).	**Tierische Schädlinge** (ausser Insekten).
632.6 .01/09	Subdivisions analytiques communes de 591.0.	Special analytical divisions of 591.0.	Besondere Anhängezahlen wie bei 591.0.
632.62/.69A/Z	Classer les animaux nuisibles suivant 592/599 et (ou) alphabétiquement par noms de genre et d'espèce de déprédateurs.	Classify the pests like 592/599 and (or) alphabetically by genus and species of pests.	Die tierische Schädlinge werden wie bei 592/599 und (oder) alphabetisch nach Gattungs- und Artnamen unterteilt.
632.63	Protozoaires.	Protozoa.	Urtiere.
.64	Mollusques.	Mollusca.	Weichtiere.
.65	Articulés (autres que les insectes).	Articulates (other than insects).	Gliederfüssler (ausser Insekten).
632.651	Vers, nématodes.	Worms, nematodes.	Würmer, Nematoden.
.653	Crustacés.	Crustacea.	Krebstiere.
.654	Arachnoïdes, acariens.	Arachnoidea, mites.	Spinnentiere, Milben.
.656	Myriapodes.	Myriapoda.	Tauserdfüssler.
.67	Poissons.	Fishes.	Fische.
.681	Reptiles.	Reptiles	Kriechtiere.
.682	Oiseaux.	Birds.	Vögel.
.69	Mammifères.	Mammals.	Säugetiere.
.693.2	Rongeurs.	Rodents.	Nagetiere.
632.7	**Insectes nuisibles.**	**Insect pests.**	**Schädliche Insekten.**
632.7 .01/09	Subdivisions analytiques communes de 591.0.	Special analytical subdivisions of 591.0.	Besondere Anhängezahlen wie bei 591.0.
632.71/.79A/Z	Classer les insectes nuisibles suivant 595.7 et (ou) alphabétiquement par noms de genre et d'espèce.	Classify the insect pests like 595.7 and (or) alphabetically by genus and species.	Die schädliche Insekten werden wie bei 595.7 und (oder) alphabetisch nach Gattungs- und Artnamen unterteilt.
632.8	**Autres affections des plantes. Affections dues à des causes inconnues.**	**Other injuries and diseases incl. those of unknown causes.**	**Sonstige Schäden an Pflanzen. Schäden unbekannter Ursache.**
632.9	**Lutte contre les affections et ennemis des plantes.**	**Control of plant diseases and pests.**	**Bekämpfung des Pflanzenkrankheiten und der Pflanzenschädlinge.**
632.91	Généralités.	General questions.	Allgemeines.
.911	Méthodes d'expérimentation.	Experimental methods.	Versuchsmethoden.
.2	Essais de laboratoire.	Laboratory tests.	Laboratoriumsprüfung.

632.911.3	Micro-essais (serre, etc.).	Small scale experiments (greenhouse, etc...).	Kleine Versuche (Gewächshaus usw.).
.4	Essais de plein champ.	Field experiments.	Feldversuche.
.912	Services phytosanitaires.	Plant protection services.	Pflanzenschutzdienst.
.913	Mesures phytosanitaires. Législation.	Plant protection measures, Legislation.	Massnahmen des Pflanzenschutzes. Gesetzgebung.
.1	Importation. Exportation Quarantaine des plantes.	Importation, exportation, plant quarantine.	Einfuhr, Ausfuhr, Pflanzenquarantäne.
.2	Méthodes de contrôle (pépinières, etc...).	Inspection methods (nurseries, etc...).	Überwachungsmethoden (Baumschule, usw.).
.914	Prévisions.	Forecasting.	Voraussage. Prognose.
.1	Calendrier des traitements.	Spray calendar.	Spritzkalender.
.2	Avertissements.	Spray warnings.	Warnung.
.915	Organisation de la lutte.	Organization of control.	Pflanzenschutzorganisationen.
632.92	Invasion et extension des maladies et déprédateurs.	Invasion and spreading of diseases and pests.	Einwanderung und Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen.
632.93	Procédés de lutte.	Control methods.	Bekämpfungsverfahren.
:631.462	Désinfection du sol.	Soil disinfection.	Bodendesinfektion.
:631.531	Traitement des semences.	Seed treatment.	Saatgutbehandlung.
:631.532	Traitement des bulbes et tubercules.	Bulb and tuber treatment.	Zwiebel- und Knollenbehandlung.
632.931	Procédés culturaux. Action sur les facteurs climatiques. Destruction des plantes malades et des vecteurs.	Cultural methods. Action on climatic and meteorological agents. Destruction of diseased plants and vectors.	Kulturverfahren. Beeinflussung auf klimatische u. meteorologische Faktoren. Vernichtung der kranken Pflanzen u. der Uberträger.
.1	Procédés culturaux (réunir par : aux subdivisions de 631.5/9, par ex. :	Cultural methods (join by: to subdivisions of 631.5/9, for instance :	Kulturverfahren (durch: mit 631.5/9, Z. B.
:631.51	Travail du sol.	Tillage.	Bodenbearbeitung.
:631.52	Choix des variétés.	Choice of varieties.	Sortenwahl.
:631.542	Taille.	Pruning.	Baumschnitt.
:631.544	Protection et abris. Contrôle de croissance.	Protection and shelters. Growth control.	Bedecken von Pflanzungen. Uberwachung des Wachstums Fruchtfolge. Fruchtwechsel. Entwässerung.
:631.582	Assolement.	Rotation.	
:631.62	Drainage.	Draining.	
:631.67	Irrigation. Submersion.	Irrigation. Flood fallowing.	Bewässerung. Uberflutung.
:631.8	Fumure.	Fertilization.	Düngung.
:631.96	Choix de l'emplacement.	Choice of the site.	Standortswahl.
.2	Action sur les facteurs climatiques et météorologiques (Subdiviser comme 632.11)	Action on climatic and meteorological agents (Subdivide like 632.11).	Einwirkung auf klimatische u. meteorologische Faktoren (Unterteilung wie bei 632.11).
.4	Destruction des plantes malades et des vecteurs.	Destruction of diseased plants and vectors.	Vernichtung der kranken Pflanzen u. der Uberträger.
.41	Plantes malades.	Diseased plants.	Kranke Pflanzen.
.42	Plantes-hôtes intermédiaires.	Intermediate host plants.	Zwischenwirtspflanzen.
.43	Insectes et animaux vecteurs.	Insect and animal vectors (carriers).	Insekten und andere Tiere als Krankheitsüberträger.
.44	Symbiotes des ennemis des plantes.	Symbionts of plant pests.	Symbiotische Partner von Schädlingen.
632.934	Procédés chimiques de lutte.	Chemical control methods.	Chemische Bekämpfungsverfahren.
.1	Pulvérisation, poudrage, atomisation des pesticides.	Spraying, dusting, atomising of pesticides.	Spritzung, Bestäuben, Vernebeln von Bekämpfungsmitteln.
.2	Fumigation.	Fumigation.	Räucherung.
.3	Endothérapie.	Endotherapy, chemotherapy.	Innere Therapie.
.4	Appâts empoisonnés.	Poison baits.	Giftköder.
632.935	Procédés physiques et mécaniques de lutte.	Physical and mechanical control methods.	Physikalische und mechanische Bekämpfungsverfahren.
.1	Température.	Temperature.	Temperatur.
.11	Élévation de la température.	Rise of temperature.	Temperaturerhöhung.
.12	Froid.	Cold.	Kälte.
.2	Eau.	Water.	Wasser.

632.935.21	Hydratation.	Hydration.	Wasserzufuhr.
.22	Déshydratation.	Dehydration.	Wasserentziehung.
.23	Immersion.	Dipping.	Eintauchen.
.3	Pression. Vide.	Pressure. Vacuum.	Druck. Vakuum.
.4	Ondes et radiations.	Waves and radiations.	Wellen u. Strahlen.
.41	Ultra-sons.	Ultra-sonic vibrations.	Ultraschall.
.42	Courants haute fréquence.	High frequency currents.	Hochfrequenzströme.
.43	Infra-rouges, spectre visible, ultra-violets.	Infra-red waves, visible light, ultra-violet light.	Infrarot Strahlen, sichtbares Licht, ultraviolettes Licht.
.44	Rayons X.	X-rays.	Roentgenstrahlen.
.45	Rayonnement corpusculaire (rayons gamma, etc.)...	Corpuscular radiation (gamma rays, etc...).	Korpuskularestrahlung (Gamma-Strahlen, usw.)
.49	Autres radiations.	Other radiations.	Andere Strahlungen.
.7	Procédés mécaniques.	Mechanical methods of control.	Mechanische Verfahren.
.71	Ramassage, destruction mécanique.	Collecting, mechanical destruction.	Aufsammeln, mechanische Zerstörung.
.72	Barrage.	Barrier.	Abschirmung.
.73	Emballage, enrobage.	Packing, coating.	Verpacken, Einwickeln.
.74	Ensilage hermétique.	Air tight storage.	Luftdichte Lagerung.
.9	Autres.	Other.	Sonstiges.
632.936	Procédés psychiques de lutte.	Psychical methods of control.	Psychische Bekämpfungsverfahren.
.1	Pièges lumineux.	Light traps.	Lichtfallen.
.2	Substances attractives.	Attractants.	Lockstoffe.
.21	Pièges chimiques.	Chemical traps.	Chemische Fallen.
.22	Appâts.	Baits.	Köder.
.23	Plantes pièges.	Trap plants.	Fangpflanzen.
.3	Répulsifs.	Repellents.	Abschreckungsmittel.
.4	Épouvantails.	Scarecrows.	Vogelscheuchen.
.5	Moyens acoustiques.	Acoustic means.	Akustische Verfahren.
.9	Autres.	Other.	Sonstiges.
632.937	Limitation naturelle des ennemis des plantes (voir aussi 632.931 et 632.938).	Natural limitation of plant pests. Biological control (see also 632.931 et 632.938)	Natürliche Unterdrückung der Pflanzenfeinde. Biologische Bekämpfung (siehe auch 632.931 und 632.938).
.1	Ennemis naturels des ennemis des plantes.	Natural enemies of plant pests.	Natürliche Feinde der Pflanzenschädlinge.
.1 .01/.05	Types de relations interspécifiques.	Types of interspecific relations.	Formen der Beziehungen zwischen den Organismen.
.01	Parasitisme (y compris maladies).	Parasitism (including diseases).	Parasitismus (einschliesslich Krankheiten).
.02	Hyperparasitisme. Coparasitisme.	Hyperparasitism. Coparasitism.	Hyperparasitismus. Co-Parasitismus.
.03	Prédatisme.	Predatism.	Predatismus (Räuberei).
.04	Concurrence.	Competition.	Konkurrenz.
.05	Antagonisme.	Antagonism.	Antagonismus.
.11	Invertébrés autres que les insectes.	Invertebrates other than insects.	Wirbellose Tiere ausser Insekten.
.12	Insectes.	Insects.	Insekten.
.13	Vertébrés.	Vertebrates.	Wirbeltiere.
.14	Champignons.	Fungi.	Pilze.
.15	Bactéries.	Bacteria.	Bakterien.
.16	Virus.	Virus.	Virus.
.17	Facteurs météorologiques et climatiques défavorables aux ennemis des plantes.	Meteorological and climatic factors unfavourable to plant pests.	Ungüstige meteorologische und klimatische Bedingungen als Feinde der Pflanzenschädlinge.
.19	Autres.	Other.	Sonstiges.
.2	Équilibre naturel des populations.	Natural balance of populations.	Natürliches Gleichgewicht der Populationen.
.21	Fluctuations des populations.	Fluctuations in populations.	Massenwechsel.
.22	Perturbations apportées aux équilibres naturels.	Disturbances of natural balances.	Störungen des natürlichen Gleichgewicht.
.23	Protection des auxiliaires naturels.	Protection of natural auxiliaries.	Schutz der natürlichen Nätzlinge.
.3	Utilisation des ennemis naturels.	Utilization of natural enemies.	Verwendung natürlicher Nützlinge.
.31	Importation.	Importation.	Einfuhr.
.32	Élevage. Multiplication.	Rearing. Propagation.	Zucht. Vermehrung.
.33	Utilisation dans les conditions de la nature.	Use under natural conditions.	Einsatz unter natürlichen Bedingungen.

632.938	Immunologie.	Immunology.	Immunologie.
.1	Plantes résistantes.	Resistant plants.	Resistente Pflanzen.
.2	Immunition.	Immunization.	Immunisierung.
632.939	Autres procédés de lutte.	Other control methods.	Andere Bekämpfungsverfahren.
632.95	Produits employés pour les traitements.	Pest control chemicals.	Pflanzenschutzmittel.
	Composition, propriétés, préparation, etc... (Réunir par : à 54.01/09).	Composition, properties, preparation, etc... (Colon to 54.01/09).	Zusammensetzung, Eigenschaften, Darstellung, usw. (durch : mit 54.01/09).
	Analyse physique. (Réunir par : à 531.7).	Physical analysis. (Colon to 531.7).	Physikalische Analyse. (durch : mit 531.7).
	Analyse chimique. (Réunir par : à 543/545).	Chemical analysis. (Colon to 543/545).	Chemische Analysen. (durch : mit 543/545).
632.95 .02	Action des pesticides.	Action of pesticides.	Wirkung der Pflanzenschutzmittel.
.021	Suivant le stade de développement des déprédateurs.	According to stage of development of pests.	Nach den Entwicklungszustand der Schadlinge
.1	Œufs. Ovicides.	Eggs. Ovicides.	Eier. Ovizide.
.2	Larves. Larvicides.	Larvae. Larvicides.	Larven. Larvizide.
.3	Adultes.	Adults.	Erwachsene Tiere.
.024	Action physiologique des pesticides. Toxicologie.	Physiological action of pesticides. Toxicology.	Physiologische Wirkung der Pflanzenschutsmittel. Toxikologie.
.1	Action sur les microorganismes.	Action on micro-organisms.	Wirkung auf Mikroorganismen.
.11	Bactéries.	Bacteria.	Bakterien.
.12	Virus.	Virus.	Viren.
.13	Champignons.	Fungi.	Pilze.
.2	Action sur les invertébrés.	Action on invertebrates.	Wirkung auf wirbellose Tiere.
.3	Action sur les vertébrés.	Action on vertebrates.	Wirkung auf Wirbeltiere.
.39	Action sur les mammifères.	Action on mammals.	Wirkung auf Säugetiere.
.391	Action sur l'homme.	Action on man.	Wirkung auf den Menschen.
.4	Action sur les plantes. Phytotoxicité.	Action on plants. Phytotoxicity.	Wirkung auf Pflanzen. Phytotoxicitat.
.025	Mode d'action.	Modes of action.	Wirkungsweise.
.1	Contact.	Contact.	Kontakt.
.2	Ingestion.	Ingestion.	Einführung in den Magen, Frassgifte.
.3	Inhalation.	Inhalation.	Einatmen, Atemgifte.
.4	Antagonisme.	Antagonism.	Antagonismus.
.5	Synergisme.	Synergism.	Synergismus.
.8	Résistance aux pesticides.	Resistance to pesticides.	Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel.
.026	Traitements préventifs et curatifs.	Preventive and curative treatments.	Vorbeugende und heilende Behandlungen.
.1	Préventifs.	Preventive.	Vorbeugende.
.2	Eradicants.	Eradicant.	
.3	Curatifs.	Curative.	Heilende.
.4	Préventifs et curatifs combinés.	Preventive and curative combined.	Gleichzeitig vorbeugende u. heilende Behandlung.
.028	Persistance de l'effet des pesticides. Résidus.	Persistence of pesticide action. Residues.	Dauerwirkung der Pflanzenschutzmittel. Rückstände.
632.951	Produits pour la destruction des arthropodes et des mollusques. Insecticides, acaricides, molluscicides.	Products for arthropod and mollusc destruction. Insecticides, acaricides, molluscicides.	Mittel zur Vernichtung von Gliedertieren und Weichtieren. Insektizide, Acarizide, Molluscizide.
.1	Minéraux (classer suivant subdivisions de 546 et (ou) alphabétiquement par noms de produits).	Inorganic (Subdivide like 546 and (or) alphabetically by product names).	Anorganische Mittel (Unterteilung wie bei 546 und (oder) alphabetisch nach Namen der Mittel).
.2	Organiques (Classer suivant subdivisions de 547 et (ou) alphabétiquement par noms de produits.	Organic (Subdivide like 547 and (or) alphabetically by product names).	Organische Mittel (Unterteilung wie bei 547 und (oder) alphabetisch nach Namen der Mittel).
632.952	Produits antifongiques, Fongicides (Subdiviser comme 632.951).	Antifungal products. Fungicides (Subdivide like 632.951).	Mittel gegen Pilze (Unterteilung wie bei 632.951).
632.953	Produits antibactériens et antivirus. Bactéricides (Subdiviser comme 632.951).	Antibacterial and antiviral products. Germicides (Subdivide like 632.951).	Mittel gegen Bakterien u. Viren (Unterteilung wie bei 632.951).

632.953.1	Produits antibactériens. Antiseptiques.	Antibacterial products. Antiseptics.	Mittel gegen Bakterien. Antiseptische Mittel.
.2	Produits pour l'inactivation et la destruction des virus. Viricides.	Products for virus inactivation and destruction. Viricides.	Inaktivierung- u. Vernichtungsmittel für Viren.
632.954	Herbicides (Subdiviser comme 632.951).	Herbicides, weed killers (Subdivide like 632.951).	Herbizide, Unkrautbekampfungsmittel (Unterteilung wie bei 632.951).
632.955	Produits pour la destruction des vers. Nématicides (Subdiviser comme 632.951.	Products for worm destruction. Nematicides. (Subdivide like 632.951).	Mittel gegen Würmer. Nematizide (Unterteilung wie bei 632.951).
632.958	Produits pour la destruction des vertébrés.	Products for vertebrate destruction.	Mittel gegen Wirbeltiere.
.1	Reptiles.	Reptiles.	Kriechtiere.
.2	Oiseaux.	Birds.	Vögel.
.3	Mammifères.	Mammals.	Saugetiere.
.31	Rongeurs. Rodenticides (Subdiviser comme 632.951).	Rodents. Rodenticides (Subdivide like 632.951).	Nagetiere. Rodentizide (Unterteilung wie bei 632.951).
.32	Autres mammifères.	Other mammals.	Andere Säugetiere.
.4	Poissons.	Fishes.	Fische.
632.959	Autres produits.	Other products.	Sonstige Mittel.
632.98	Exécution des traitements.	Execution of treatments.	Durchführung von Bekämpfungsmassnahmen.
632.981	Préparations phytopharmaceutiques.	Pest-control preparations.	Pflanzenschutzpräparate.
.1	Bouillies.	Sprays.	Spritzmittel.
.11	Suspensions.	Suspensions.	Suspensionen.
.12	Solutions.	Solutions.	Lösungen.
.13	Émulsions.	Emulsions.	Emulsionen.
.2	Poudres.	Dusts.	Stäubemittel.
.3	Adjuvants.	Adjuvants.	Beistoffe. Trägerstoffe.
.31	Mouillants.	Wetters.	Netzmittel.
.32	Adhésifs.	Adhesives, stickers.	Haftmittel.
.33	Émulsionnants.	Emulsifiers.	Emulgatoren.
.34	Diluants.	Diluents.	Verdünnungsmittel.
.4	Synergistes.	Synergists.	Synergisten.
.5	Compatibilité.	Compatibility.	Verträglichkeit.
632.982	Modes d'application. Appareils.	Modes of application. Apparatus.	Anwendungsweise. Geräte.
.005	Appareils.	Apparatus.	Geräte.
.1	Arrosage. Pulvérisation.	Sprinkling. Spraying.	Spritzen. Sprühen.
.2	Nébulisation, atomisation, aérosols.	Nebulization, atomization, aerosols.	Nebeln, Zerstäuben, Aerosole.
.3	Épandage à sec. Poudrage. Soufrage.	Spreading. Dusting. Sulphuring.	Ausstreuen. Verstäubung. Schwefeln.
.4	Traitement aérien.	Aircraft application.	Flugzeugbehandlung.
.5	Injection.	Injection.	Injektion.
.51	Inoculation du sol.	Soil injection.	Bodeninjektion.
.52	Inoculation des plantes.	Plant injection.	Pflanzeninjektion.
.6	Fumigation, fumigenation.	Fumigation, generation of smoke.	Räucherung, Begasung.
.7	Échaudage. Stérilisation.	Hot-water treatment, Sterilization.	Heisswasser-Behandlung. Sterilization.
.9	Autres (badigeonnage, étorçage, etc...).	Other (painting, barking, etc...).	Sonstiges (Anstreichen, Entrinden...).
632.983	Époques d'application.	Times of application.	Anwendungszeiten.
.1	Traitement d'été ou de végétation.	Summer spray or spray of plant in leaf.	Sommerspritzung. Spritzung in der Vegetation.
.2	Traitement d'hiver ou de repos végétatif.	Winter or dormant spray.	Winter spritzung. Spritzung während der Ruheperiode.
.21	Traitement de défeuillaison.	Early winter spray.	Spätherbstspritzung.
.22	Traitement de plein hiver.	Winter spray.	Winterspritzung. Spritzung im Ruhezustand.
.23	Traitement de prédébourrement.	Late winter spray.	Nachwinterspritzung. Spritzung vor Knospenaufbruch

CHRONIQUE DES LIVRES

BUSVINE (J. R.). — A critical review of the technique for testing insecticides. *London. Commonwealth institute of entomology*, 56 Queen's gate 5 W 7, 1957 — 186 p., 47 fig., p. 301.

L'auteur pense que l'avancement de nos connaissances sur les substances insecticides nouvelles repose sur des études de laboratoire systématiquement conduites. Il croit que les progrès dans le domaine des études sur les races résistantes ont été retardés à cause du manque d'uniformité dans les méthodes utilisées. C'est pourquoi il s'est proposé d'exposer dans cet ouvrage les notions de base qui doivent guider dans l'élaboration des méthodes d'essais et de présenter une revue générale des différentes techniques qui ont été décrites. Il est ainsi conduit à étudier les différents facteurs qui interviennent pour modifier la sensibilité des insectes et pour faire varier l'action des substances insecticides ou répulsives. Il examine successivement l'action de ces facteurs dans le cas des insecticides d'ingestion, de contact, des fumigants. Il décrit les techniques de manipulation et de conservation des insectes et de nombreux types d'appareils utilisés pour les essais des différents modes d'action.

Un chapitre est réservé à l'analyse statistique des résultats.

L'auteur laisse au lecteur le soin d'avoir un jugement personnel sur la valeur des différentes techniques décrites. Il pense que la standardisation est nécessaire si on veut que les résultats des travailleurs de différents laboratoires soient comparables entre eux et aient leur pleine signification.

Cet ouvrage, complété par un important index bibliographique (551 références) a sa place dans tous les laboratoires d'essais insecticides.

M. C.

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1958

I. — MÉMOIRES ORIGINAUX.

ANGLADE (P.). — Influence de l'enfouissement des tiges de maïs sur l'hivernation et la survie des chenilles endophytes (*Pyrausta nubilalis* HUBN et *Sesamia nonagrioïdes* LEF.) 371

AUGIER DE MONTGREMIER (Mlle H.). — Obtention de sérums polyvalents pour la détection des virus de la pomme de terre..... 245

BARTHELET (J.) et DARPOUX (H.). — G. ARNAUD. In memoriam... 417

BÉNASSY (C.). — Étude bio-écologique de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. et de son parasite spécifique *Prospaltella berlesei* HOWARD en France 425

BONNEMAISON (L.). — Facteurs d'apparition des formes sexupares ou sexuées chez le Puceron cendré du Pommier (*Sappaphis plantaginea* PASS.) 329

CHABOUSSOU (F.). — État actuel de la lutte chimique contre les Tétranyques nuisibles aux arbres fruitiers en Europe..... 77

COULON (J.). — Essais de laboratoire des substances acaricides..... 497

COUTURIER (A.) et ROBERT (P.). — Recherches sur les migrations du Hanneton commun (*Melolontha melolontha L.*) 257

DARPOUX (H.), HALMOS (E.) et LEBLANC (R.). — Étude de l'action systémique de diverses substances la plupart antibiotiques..... 387

FÉRON (M.) et GUENNELON (G.). — Recherches d'éléments écologiques en vue de la lutte contre la Cecidomyie des lavandes (*Thomasiniana lavandulae* BARNES) 11

GUENNELON (G.) et FÉRON (M.). — La réceptivité des pêches aux attaques de *Ceratitis capitata* WIED dans la vallée du Rhône.. 355

GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). — Troisième contribution à l'étude de la microflore fongique des sols cultivés..... 27

GUNTZ (M.), HASCOET (M.), VENTURA (E.) et ARNOUX (J.). — Influence de quelques produits anticryptogamiques sur le rendement de la Pomme de terre : Action fongicide et action physiologique 517

GUYOT (L.), MASSENOT (M.) et MONTEGUT (J.). — Notes de Pathologie végétale 55

KERVEGANT (D.). — La classification décimale universelle appliquée à la « Protection des plantes »..... 551

LEGAY (J.-M.). — Variabilité pondérale des ovocytes chez *Bombyx mori* L. 5

LOUVET (J.) et DUMAS (M.). — Contribution à l'étude des agents de pourriture de la laitue en culture hâtée ou forcée..... 211

VIENNOT-BOURGIN (G.). — Contribution à la connaissance des champignons parasites de l'Iran..... 97

II. — CHRONIQUE DES LIVRES.

Blair (W. F.), Blair (A. F.), Brodkorb (P.), Cagle (F. R.) et Moore (G. A.). — Vertebrates of the United States 243
Bodenheimer (F. S.) et Swirski (E.). — The Alphidoidea of the Middle East 95
Busvine (J. R.). — A critical review of the technique for testing insecticides 559
Dickson (J. G.). — Diseases of field crops..... 95
Unesco. — Problèmes des régions tropicales humides 415

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 31-3-1959.

Dépôt légal : 1er trimestre 1959 *N° d'impression : 349*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23,04, 23-20, 23-21.
Directeur : H. FERRU

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LHÉRITIER.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série A *bis*. — *Physiologie végétale :* M. COIC, Directeur de la Station centrale de Physiologie végétale.

Série B. — *Amélioration des Plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Épiphyties :* M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,
M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,
M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série C *bis*. — *Abeille :* M. CHAUVIN, Directeur de la Station centrale de Recherches apicoles de Bures-sur-Yvette.

Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique,
M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Recherches de Technologie des produits végétaux,
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits animaux.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
149, rue de Grenelle, PARIS. Tél. INV. 98-57.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1959

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE	4.000	4.600	800
SÉRIE A *bis*. — PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE	1.500	1.900	500
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES	2.600	3.000	800
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES	2.600	3.000	800
SÉRIE C *bis*. — ABEILLE	1.800	2.100	600
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE	1.800	2.100	600
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE	2.600	3.000	800

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 40 fr. en timbres-poste.

Les demandes d'abonnements doivent être adressées au Régisseur des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 149, rue de Grenelle - PARIS-7e. C.C.P. : PARIS, 9064-43. Elles peuvent être également souscrites par l'intermédiaire de libraires dans les conditions habituelles.

TABLE DES MATIÈRES

BARTHELET (J.) et DARPOUX (H.). — G. ARNAUD. In memoriam.. 417

BÉNASSY (C.). — Étude bio-écologique de *Pseudaulacaspis Pentagona* TARG. et de son parasite spécifique *Prospaltella berlesei Howard*, en France 425

COULON (J.). — Essais au laboratoire des substances acaricides. Méthode d'étude des actions ovicides..... 497

GUNTZ (M.), HASCOET (M.), VENTURA (E.) et ARNOUX (J.). — Influence de quelques produits anticryptogamiques sur le rendement de la pomme de terre : action fongicide et action physiologique 517

KERVEGANT (D.). — La classification décimale universelle appliquée à la « protection des plantes » 551

CHRONIQUE DES LIVRES..... 559

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1958 561

X 809.128